B. A.

A Text-book of Physics. Pt. II.
(Heat.)

by

S. G. STARLING. & J. DUNCAN.

طبیعیات حصۂ دوم (حرارت)

ترجمہ

مولوی سید عبدالجلیل، ایم۔ اے۔

سلسلۂ مطبوعات جامعۂ عثمانیہ

طبیعیات

حرارت

ٹکسٹ بک آف فزکس
مصنفہ جے ڈنکن اور ایس۔جی۔ سٹارلنگ
برائے بی۔اے

ترجمہ
مولوی سید عبدالجلیل صاحب۔ ایم۔ایس سی۔ لکچرار مسلم یونیورسٹی علی گڈھ

بعد نظر ثانی از
مولوی محمد عبدالرحمن خانصاحب بی۔ایس سی آنرز (لندن)
ایسوشیئٹ آف دی رائل کالج آف سائنس (لندن) فیلو آف دی رائل اسٹرونامیکل سوسائٹی (لندن) فیلو آف دی فزیکل سوسائٹی (لندن)
صدر کلیہ جامعۂ عثمانیہ حیدرآباد دکن

سنہ ۱۳۴۹ھ م سنہ ۱۳۳۹ف م سنہ ۱۹۳۰ء

دارالطبع جامعۂ عثمانیہ سرکار عالی حیدرآباد دکن

یہ کتاب میکملن کمپنی کی اجازت سے جن کو حق اشاعت
حاصل ہے اردو میں ترجمہ کر کے
طبع کی گئی ہے

فہرست مضامین

طبیعیات حرارت

[1] Ingen-Hausz

بسم اللہ الرحمٰن الرحیم
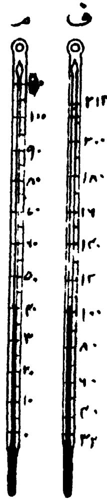
حصۂ دوّم

پہلی فصل

تپش

تپش —— اگر ہم لوہے کے دو حصّے کرکے ایک کو دُھوپ میں اور دُوسرے کو سایہ میں رکھ دیں تو چُھونے سے یہ معلوم ہوگا کہ وہ حصّہ جو دُھوپ میں رکھا ہؤا تھا دُوسرے کی بہ نسبت زیادہ گرم ہے۔ ہماری قوتِ حارّہ یعنی وہ قوت جس سے سردی و گرمی کا امتیاز ہوتا ہے قوتِ لامسہ سے بالکل مختلف ہے جس سے کھُردرا و چکناپن و سختی وغیرہ میں تمیز ہوتی ہے۔ اصطلاح مروّجہ میں اِس شئے کی نسبت جو چھونے سے زیادہ گرم محسوس ہوتی ہے کہا جاتا ہے کہ تپش بالاتر ہے۔ ا اور ب دو جسم لو۔ اور ان کو ملا کر رکھ دو اگر ا کی تپش بالاتر ہے تو حرارت ا سے ب میں سرایت کریگی۔

یہ دریافت کرنے کے لئے کہ دو اشیاء میں سے کونسی شئے زیادہ گرم ہے ہماری ممیز حرارت جس پر زیادہ اعتبار نہیں کیا جا سکتا۔ اگر لوہا اور لکڑی کے دو ٹکڑے ایک ہی کمرے میں رکھے ہوں اور جن کی تپش ایک ہو چکے بعد دیگرے چھوئے جائیں تو لوہا لکڑی سے ٹھنڈا محسوس ہوگا۔ لہذا تپش معلوم کرنے کے لئے ایک خاص آلہ کی ضرورت ہے جس کو تپش پیما کہتے ہیں۔



شکل ۱
مئی اور فیرن ہائیٹ
سیمابی تپش پیما

سیمابی تپش پیما

چونکہ یہ امر مسلمہ ہے کہ تپش کی زیادتی سے ہر چیز کا حجم عموماً بڑھ جایا کرتا ہے لہذا عام تپش پیمائوں میں اُس پھیلاؤ سے کام لیا جاتا ہے جو زیادتیِ تپش کی وجہ سے پارے کے حجم میں واقع ہوتی ہے۔

شکل ۱ میں دو سیمابی تپش پیما دکھائے گئے ہیں۔ ان تپش پیماؤں کے بنانے کا طریقہ یہ ہے کہ ایک باریک سوراخدار شیشے کی نلی کو پھونک کر اُس کے زیرین سرے میں ایک جوفہ بناتے ہیں پھر اُس کے اندر صاف اور خشک پارا بھر دیا جاتا ہے۔ اُس کے اندر جو ہوا رہ جاتی ہے وہ گرم کرکے نکال دی جاتی ہے بعد ازاں نلی کا بالائی سرا پگھلا کر بند کر دیا جاتا ہے تاکہ اندر صرف پارا اور پارے کے بخارات رہیں۔ پارے کی اتنی مقدار رکھی جاتی ہے کہ معمولی تپش پر پارا نلی میں قدرے اونچا رہے۔ اگر جوفہ جس میں پارے کا زیادہ حصّہ ہوتا ہے کسی گرم جسم سے

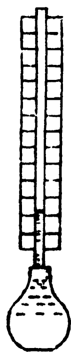
چھُوا جائے تو پارا گرم ہو کر پھیلتا ہے۔ اور نلی میں پارے کی سطح اُونچی ہو جاتی ہے۔

زیادتیٔ تپش سے نلی اور جوف کا شیشہ بھی پھیلتا ہے مگر اس کا پھیلاؤ پارے کے مقابلہ میں بہت کم ہُوا کرتا ہے۔ بس پارے کی سطح کی اُونچائی پارے اور شیشہ کے پھیلاؤ کے اختلاف پر موقوف ہے جبکہ پارا اور شیشہ تپش کے ایک ہی سلسلہ تک گرم کئے جاتے ہیں۔ پارے میں پھیلاؤ کی استعداد زیادہ ہے، اور جس کسی شئے سے اِس کو اتصال ہوتا ہے فوراً اُس کی تپش اختیار کر لیتا ہے۔ لہذا اِس مقصد کے لئے پارا نہایت موزوں شے ہے۔

سیمابی تپش پیما تیار کرنے میں عموماً شیشہ کی نلی کے بالائی حصّہ پر بھی ایک چھوٹا سا جوف پھونک کر بنا دیا جاتا ہے جس سے اِس بات کا اندیشہ نہیں رہتا کہ پارے کے پھیلاؤ کی زیادتی سے تمام نلی بھر جائے اور اُس کا دباؤ اِس قدر قوی ہو کر نیچے کے جوفہ کی نازک دیواریں پھٹ جائیں۔

تجربہ ۲

گرم کرنے پر پانی کا پھیلنا۔



شکل ۲
پانی کا پھیلاؤ

شکل ۲ میں شیشہ کی ایک چھوٹی سی صُراحی دکھائی گئی ہے جس میں ربڑ کی ڈاٹ اور شیشہ کی نلی لگی ہوئی ہے۔ نلی کے طول میں ایک کاغذی پیمانہ بھی نصب ہے۔ اول اِس صُراحی کو لب بہ لب پانی سے بھرتے ہیں (اگر پانی رنگین ہو تو زیادہ مناسب ہے) اور پھر ڈاٹ اِس قدر دبا کر لگائی جاتی ہے کہ پانی کا کچھ حصّہ

نلی کے راستہ سے اُوپر چڑھ جاتا ہے۔ اِس صُراحی کو لو اور گرم پانی کے برتن میں رکھو اور غور سے دیکھو کہ شیشہ کے پھیلاؤ کی وجہ سے (جو اوّل گرم ہوتا ہے) پانی کی سطح کچھ نیچے اُتر جاتی ہے، اور جب صُراحی کا پانی گرم ہو کر پھیلتا ہے تو یہ سطح نلی میں آہستہ آہستہ اونچی ہونی شروع ہوتی ہے جب صُراحی کے پانی کی تپش برتن والے پانی کی تپش کے برابر ہو جاتی ہے تو سطح کا اُونچا ہونا موقوف ہو جاتا ہے، یہ عمل سیمابی تپش پیما کے عمل کے مشابہ ہے البتہ اِس میں مقابلۃً زیادہ وقت صَرف ہوتا ہے۔

تجربہ ۲ب — پانی اور شراب کا نا مساوی پھیلاؤ

تجربہ ۲ا کے متعلقہ آلہ کے مشابہ ایک اور آلہ مہیّا کرو۔ صُراحیاں قدوقامت میں برابر ہوں اور نلیوں کے سُوراخ بھی برابر ہوں۔ پہلی صُراحی میں پہلے کی طرح پانی اور دُوسری میں شراب بھر دو اور ڈاٹوں کو اِتنا دباؤ کہ کمرے کی تپش پر نلیوں میں پانی اور شراب مساوی بلندی پر ہوں۔ دونوں صُراحیوں کو گرم پانی کے ایک ہی برتن میں رکھ دو۔ کچھ عرصہ کے بعد حسب معمول دونوں کی سطحوں کا اُونچا ہونا موقوف ہو جائیگا اور آخر میں دونوں کی اونچائی مختلف ہوگی۔ جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ پانی اور شراب کو تپش کے ایک ہی سلسلہ تک گرم کئے جائیں لیکن برابر مقدار تک نہیں پھیلتے۔

نقاطِ ثابت اور تپش پیماؤں کی درجہ بندی —

اگر جوفہ اور نلی جس میں پارا بھرا ہؤا ہے صاف یخ اور پانی کے آمیزہ میں ڈبویا جائے تو پارے کی سطح نیچی ہونا شروع ہوتی ہے اور کچھ عرصہ کے بعد ایک مقام پر قائم ہو جاتی ہے۔ حالانکہ یخ پگھلتی رہتی ہے اس سطح پر نلی میں ایک نشان لگا دیا جاتا ہے اور اس کو نقطۂ انجماد کہتے ہیں۔

اگر جوفہ اور تنہ کا حصّہ جس میں پارا ہے، ۷۶ ممر معیاری بار پیمائی

دباؤ پر جوش کھاتے ہوئے پانی سے اٹھتی ہوئی بھاپ میں رکھا جائے تو معلوم ہوگا کہ پارا اونچا ہوکر ایک مقام پر قائم ہوجاتا ہے۔ اِس مقام پر دُوسرا نشان لگا دیا جاتا ہے۔ اِس کو **نقطۂ جوش** کہتے ہیں۔

نقاطِ انجماد اور جوش کو تپش پیما کے **نقاطِ ثابت** کہتے ہیں۔ دیگر تپش اِن نقاط کے لحاظ سے معلوم کی جاتی ہے۔

مئی تپش پیما میں (شکل ۱) نقطۂ انجماد کا نشان صفر ہے اور نقطۂ جوش کا (۱۰۰) سو۔ تپش کا مئی پیمانہ نقاطِ ثابت کے درمیانی تنہ کو ۱۰۰ برابر حصوں یا درجوں میں تقسیم کرنے سے بنایا جاتا ہے۔

فارنہیٹ[1] تپش پیما میں نقاطِ ثابت ۳۲ اور ۲۱۲ قرار دیئے گئے ہیں۔ اور اِن نقاط کا درمیانی تنہ ۱۸۰ حصّوں میں منقسم ہے۔ اِس پیمانہ کے موافق نقطۂ انجماد کے اوپر نقطۂ جوش کے نیچے بھی نشانات لگائے جاسکتے ہیں۔ ہر پیمانے میں صفر کے نیچے کی تپشوں کی علامت نفی ہوا کرتی ہے جیسے (– ۱۵°م) کا مطلب نقطۂ انجماد سے نیچے ۱۵ درجے مئی تپش ہے۔ (– ۱۵°ف) سے مُراد ۱۵ فارنہیٹ درجے صفر سے نیچے یا (۱۵ + ۳۲) یعنی ۴۷°ف نقطۂ انجماد سے نیچے ہے۔

رُومر[2] تپش پیما زیادہ استعمال میں نہیں آتا۔ اِس پیمانہ میں نقطۂ انجماد ۰° ہوتا ہے۔ اور نقطۂ جوش ۸۰°۔ دیگر نقاطِ جوش جو اَب تپش پیمائی میں بطور نقاطِ ثابت استعمال کئے جاتے ہیں یہ ہیں:—

نفتھالین کا نقطۂ جوش		۲۱۸°م
گندک " " "		۴۴۴٫۶°م
اور جست " "		۹۲۸°م

تپشوں کی تحویل —— ایک پیمانہ سے دُوسرے

---

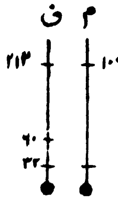
[1] Fahrenheit

[2] Réaumer

پیمانہ میں تپش کو تحویل کرنا ہو تو غلطی سے بچنے کے لئے حسب ذیل مثال کا طریقۂ عمل استعمال کرنا چاہیئے :۔

مثال —— ۶۰°ف کے مطابق مئی تپش دریافت کرو۔

دو تپش پیما برابر برابر کھینچو (شکل ۳)۔ ایک پر ف اور دوسرے پر م لکھ دو اور دونوں میں نقاطِ انجماد و جوش ظاہر کرنے کے لئے ایک دوسرے کے مقابل نشانات لگا دو۔ ف تپش پیما پر ۶۰°ف دی ہوئی تپش کا نشان لگاؤ۔ معائنہ سے معلوم ہوگا کہ یہ تپش نقطۂ انجماد سے (۶۰ - ۳۲) یعنی ۲۸ درجے فارنہیٹ بلند تر ہے۔ چونکہ



شکل ۳
تپش پیماؤں کے پیمانوں کا تحویل کرنا

۱۸۰ درجے فارنہیٹ = ۱۰۰ درجے مئی

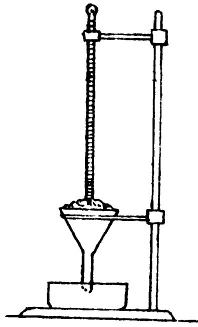
∴ ۲۸ درجے " = ۲۸ × $\frac{۱۰۰}{۱۸۰}$

= ۱۵٫۵ درجے مئی

اِس لئے ۶۰°ف دی ہوئی تپش ۱۵٫۵°مئی کے مطابق ہے۔

تجربہ ۳ —— تپش پیما کی نقطۂ انجماد والی خطا۔ ایک قیف اور گلاس کو ایک ٹیکن پر ترتیب دو (شکل ۴)۔ کچھ یخ کوٹ کر قیف میں بھر دو اور زیرِ امتحان تپش پیما کو اُس کے اندر داخل کرو۔ جَوفہ اور نقطۂ انجماد کی حد تک تنہ کے چاروں طرف یخ جما دو۔ آنکھ کو سیمابی اُسطوانہ کے بالائی حصّہ کی سطح تک لاؤ اور وقتاً فوقتاً دیکھتے رہو کہ پارا کس حد پر ہے۔ جو آخری مستقل مقام مطالعہ ہو اُس کو لکھ لو۔ تپش پیما کا یہ نشان اصلی نقطۂ انجماد سمجھا جا سکتا ہے۔ مئی تپش پیما

نقطۂ انجماد کی خطا آخری معائنہ کے نشان اور صفر کے فرق کے برابر ہے اور فارنہیٹ میں آخری معائنہ اور ۳۲ کے فرق کے برابر۔ تپش پیما کی تصحیح کے لئے جو عدد استعمال کرنا چاہیئے وہ اس فرق کے مساوی ہے۔ اگر مشاہدہ کی ہوئی تپش ثابت نقطہ سے پست تر ہو تو تصحیح کی علامت مثبت (+) ہوگی اور اگر بلند تر ہو تو تصحیح کی علامت منفی (-) ہوگی۔

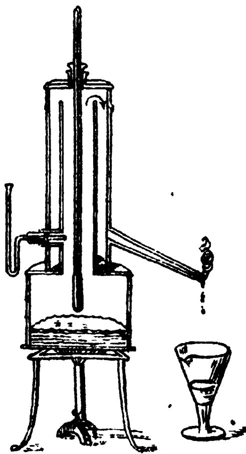


شکل ۴
تپش پیما کی نقطۂ انجماد والی خطا دریافت کرنے کا آلہ

اس تجربہ میں یہ بھی دیکھ لینا چاہیئے کہ تپش پیما پر جو تپش مشاہدہ ہوتی ہے یخ کے پورے پگھل جانے تک ایک ہی رہتی ہے۔

تجربہ ۴ — تپش پیما کی نقطۂ جوش والی خطا

شکل ۵ میں تانبے کا ایک چھوٹا جوشدان دکھلایا گیا ہے جس کا ڈھکن ایک دوہری تانبے کی نلی پر مشتمل ہے۔ بیرونی نلی اندرونی نلی سے کچھ اونچی ہے۔ بیرونی نلی میں کاگ لگا دیا گیا ہے اور اُس کے اندر تجربہ ۳ کا مستعملہ تپش پیما رکھ دیا گیا ہے۔ جو اندرونی نلی کے اندر داخل رہتا ہے۔ پانی جوش دئے جانے پر بھاپ تپش پیما کے چاروں طرف ہوتی ہوئی اندرونی نلی میں اُوپر کی جانب جاتی ہے۔ اور پھر بیرونی



شکل ۵
تپش پیما کی نقطۂ جوش والی خطا دریافت کرنے کا آلہ

نلی میں سے ہو کر تہ سے خارج ہو جاتی ہے۔اس دوہری نلی کے رکھنے کا منشا یہ ہے کہ اندرونی نلی کے اطراف بھاپ کا "پیرہن" رہے تاکہ اس کی تپش ہمیشہ بھاپ کی تپش کے برابر ہو۔ بیرونی نلی میں شیشہ کی ایک چھوٹی سی لانما نلی پانی سے بھر کر بطور داب پیما جوڑ دی جاتی ہے۔جب اِس نلی کی دونوں ساقوں میں پانی ایک ہی سطح پر قائم ہو جائے تو اس بات کا ثبوت مل جاتا ہے کہ اندرونی بھاپ کا دباؤ کرۂ ہوائی کے دباؤ کے برابر ہے۔ اِس پورے آلہ کو بلندی پیما کہتے ہیں۔

تپش پیما کو آلہ میں اِس طرح رکھنا چاہیئے کہ نقطۂ جوش کا نشان کاگ کی سطح سے ذرا اُوپر ہو۔ اگر تپش پیما کا تنہ بڑا ہے تو اِس شرط کی ہمیشہ تکمیل نہیں ہو سکتی۔ اِس لئے کہ تپش پیما کا جوف اُبلتے ہوئے پانی کی سطح سے ہمیشہ کافی اونچا ہونا چاہیئے تاکہ اُس پر پانی کے قطرے اُڑکر نہ گریں۔

چند منٹ تک پانی سے بھاپ آزادی کے ساتھ اُٹھنے کے بعد تپش پیما کی مظہرہ تپشیں مطالعہ کرلی جائیں۔ اور ساتھ ہی بار پیما کا بھی مطالعہ کر لینا چاہیئے۔ اِس کا سبب یہ ہے کہ اُبلتے ہوئے پانی کی بھاپ کی تپش دباؤ کے تابع ہے جو صورتِ موجودہ میں کرۂ ہوائی کے دباؤ کے برابر ہے اور جو بار پیما سے معلوم ہو سکتی ہے۔ جدول مندرج ضمیمہ پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ اس دباؤ پر بھاپ کی تپش کیا ہوتی ہے۔تپش پیما کے نقطۂ جوش کی خطا پانی کے جوش کی مشاہدہ کی ہوئی تپش اور جدول سے دریافت کی ہوئی تپش کے تفاوت کے مساوی ہے۔تپش پیما کی تصحیح کے لئے جو عدد استعمال کرنا چاہیئے وہ اِس تفاوت کے مساوی ہے۔ اِس کی علامت مثبت (+) ہوگی اگر مشاہدہ کی ہوئی تپش جدول کی صحیح تپش سے پست تر ہو۔اور منفی (−) ہوگی اگر

مشاہدہ کی ہوئی تپش جدول کی تپش سے بلند تر ہو۔

اگر اسی تپش پیما کو نقطۂ انجماد کی خطا دریافت کرنے کے لئے فوراً ہی پھر آزمایا جائے تو غالباً اِس خطا میں کچھ تغیر محسوس ہوگا۔ اِس کا سبب یہ ہے کہ جوفہ اور تنہ جو نقطۂ جوش کے امتحان کے وقت کافی پھیل گئے تھے اپنے اصلی حجم پر واپس نہ آ سکے۔ اگر وقت کافی دیا جائے (جو غالباً چند ماہ ہونگے) تو ابتدائی حجم پھر حاصل ہو جائیگا۔ سخت شیشہ پر بہ نسبت ملائم شیشہ کے اثر کم ہوتا ہے۔

کرۂ ہوائی کا دباؤ معلوم کرنے کے لئے بلندی پیما بعض اوقات بجائے بارپیما کے استعمال کیا جاتا ہے۔ آلہ کو مقام مقصود مثلاً (پہاڑ وغیرہ) پر ترتیب دیتے ہی بھاپ کی تپش دیکھی جاتی ہے اور جدول مندرج ضمیمہ سے کرۂ ہوائی کا دباؤ معلوم کر لیا جاتا ہے۔

تجربہ ۵ ——— تپش پیما کی درجہ بندی والی خطا ۔ اگر یہ تسلیم کر لیا جائے کہ تپش پیما کے تنہ میں نشانات نقاطِ جوش و انجماد لگا کر درجہ بندی کی گئی ہے اور اِن دونوں نقاط کا درمیانی فصل مساوی حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے اور یہ بھی مان لیا جائے کہ تپش پیما کی جملہ تپشوں پر پارے کا پھیلاؤ زیادتیٔ تپش کے متناسب ہے تاہم تنہ کا سوراخ اگر ناہموار ہو تو پیمانہ کے مختلف حصوں میں جو تپشیں معائنہ ہونگی صحیح نہ ہونگی۔

اگر ایسا معیاری تپش پیما مہیا ہو سکتا ہے جس کی درجہ بندی کی خطائیں معلوم ہوں تو اس کے مقابلہ سے کسی دوسرے تپش پیما کی درجہ بندی کی غلطیاں معلوم ہو سکتی ہیں۔ دونوں تپش پیماؤں کو اِس طرح لٹکا دو کہ اُن کے جوفے پانی کے ایک گلاس میں ڈوب جائیں تب آہستہ آہستہ پانی کی تپش کو بڑھاؤ اور ایک ہی وقت میں اِن تپش پیماؤں کے مظہرِ نشان دس دس درجوں کے فصل سے مطالعہ

کرو۔ مطالعہ سے پہلے پانی خوب ہلا لیا جائے۔ مشاہدوں کو اس طرح لکھو :-

معیاری تپش پیما		زیرِ امتحان تپش پیما	
مظہرہ تپش	صحیح تپش	مظہرہ تپش	تصحیح

خانہ ۱ و ۳ میں مشاہدات درج کئے جائیں اور خانہ ۲ میں معیاری تپش پیما کی مصححہ تپش اس کی معلوم خطاؤں کے لحاظ سے لکھی جائے۔

خانہ ۴ میں جس میں دوسرے اور تیسرے خانہ کا تفاوت درج ہے زیرِ امتحان تپش پیما کے مختلف حصوں کی تصحیح بتائی جاتی ہے۔ اعداد مندرجہ ۳ و ۴ کی ترسیم سے تپش کی تصحیح کا منحنی تیار کیا جائے۔

تجربہ ۶ — تپش پیما کے سوراخ کی ناہمواری

ناہمواری — ایک سیمابی ڈورا جس کی لمبائی پیمانہ کے تقریباً دس حصوں کے برابر ہو الگ کرو۔ اس کے الگ کرنے کا طریقہ یہ ہے کہ گیس کا ایک باریک نوکدار شعلہ اُس جگہ لگائیں جہاں سے پارے کے حصّہ کو توڑنا مقصود ہو۔ تپش پیما کو اُلٹا کرنے سے علٰحدہ شدہ ڈورا تنہ کے کسی حصّہ میں لایا جاسکتا ہے۔ اگر سوراخ ہموار ہے تو ڈورا تنہ کے ہر حصّہ میں یکساں لمبا ہوگا۔

فرض کرو کہ تپش پیما کا امتحان مقصود ہے۔ اس کو اتنا ہلاؤ کہ علٰحدہ شدہ سیمابی ڈورا تقریباً ۰° اور ۱۰° کے بیچ میں آ جائے۔ دیکھو ڈورا تنہ کے اُس جگہ کے کتنے درجوں کے برابر ہے۔ یہی عمل سیمابی ڈورے کو (۱۰ اور ۲۰) درجے اور (۲۰ اور ۳۰ درجے وغیرہ کے

بیچ میں لاکر دُہرایا جائے یہاں تک کہ پیمانہ کی تمام لمبائی ختم ہو جائے۔
فرض کرو کہ ڈورے کی لمبائی $ل_1$، $ل_2$، $ل_3$، وغیرہ، مشاہدہ ہوئی ہے۔

$$\text{پس ڈورے کی اوسط لمبائی} = \frac{ل_1 + ل_2 + ل_3 + \text{وغیرہ}}{\text{تعداد مطالعات}}$$

اگر یہ مان لیا جائے کہ نقطۂ انجماد اور نقطۂ جوش دونوں کی تصحیحیں صفر ہیں تو پیمانہ کے دیگر حصوں میں تصحیح ث مندرجہ ذیل جدول کے مظہرہ طریقہ پر حاصل کی جا سکتی ہے۔

حصہ	لمبائیاں	ث کی قیمتیں	
		تپش	تصحیحیں
—	—	٠°	$ث_0 = ٠$
٠° — ١٠°	$ل_1$	١٠°	$ث_{10} = ا - ل_1$
١٠° — ٢٠°	$ل_2$	٢٠°	$ث_{20} = ا - ل_2 + ث_{10}$
٢٠° — ٣٠°	$ل_3$	٣٠°	$ث_{30} = ا - ل_3 + ث_{20}$
٣٠° — ۴٠°	$ل_4$	۴٠°	$ث_{40} = ا - ل_4 + ث_{30}$
....	...	...	.....
٩٠° — ١٠٠°	$ل_{10}$	١٠٠°	$ث_{100} = ٠$

تپش اور ث کی قیمتوں کی ترسیم بناؤ۔ صحیح کمل منحنی حاصل کرنے کے لئے نقطۂ انجماد اور نقطۂ جوش کی تصحیحیں اُن کے علامات بدل کر اسی نقشہ پر درج کرو۔ اور اِن نقاط کو خطِ مستقیم سے جوڑ دو۔ اِس خطِ مستقیم اور ترسیم کا مابین فصلِ پیمانہ کے ہر حصہ کے لئے کامل تصحیح بتلاتا ہے۔

تپش پیما کے ابعاد کا تناسب ——— کسی تپش پیما کے جَوفہ کا حجم اِن تین چیزوں پر منحصر ہے:۔

۱۔ تنہ کی لمبائی جو کسی مخصوص سلسلۂ تپش کے لئے مناسب تصور کی گئی ہو۔

۲۔ تنہ کا سُوراخ۔

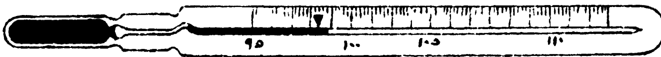
۳۔ نوعیت سیّال جو کسی تپش پیما میں استعمال کی گئی ہو۔

کسی خاص سلسلۂ تپش میں دو انتہائی تپشیں ہؤا کرتی ہیں جن کا نشان تپش پیما کے تنہ پر لگا دیا جاتا ہے۔ اِن دونوں نشانات کے درمیانی مایع کا حجم جوفہ والے مایع کے اُس پھیلاؤ کے برابر ہوتا ہے جو اِسی سلسلۂ تک گرم کرنے سے پیدا ہو۔ یہ معلوم کرنے سے کہ اِس سلسلۂ تک گرم کرنے پر مایع کے ایک مکعب سنٹی میٹر حجم میں کتنا تغیر ہؤا ہے معمولی حساب سے جوفہ کا وہ حجم دریافت ہو سکتا ہے جو مطلوبہ پھیلاؤ کے لئے درکار ہو۔

اقسامِ تپش پیما ——— بجائے پارے کے الکوہل اکثر تپش پیماؤں میں استعمال کیا جاتا ہے۔ پارا -۳۹°م پر اور الکوہل -۱۳۰°م پر منجمد ہو جاتے ہیں، اس لئے نہایت پست تپش کے لئے جو سیمابی تپش پیما سے دریافت نہیں ہو سکتی الکوہلی تپش پیما استعمال کیا جاتا ہے۔ چونکہ الکوہل پارے سے زیادہ پھیلتا ہے لہذا الکوہلی تپش پیما، سیمابی تپش پیما سے حسّاس تر ہوتا ہے۔ الکوہل شیشے کو تر کرتا ہے اس لئے اِس کا ڈورا تنہ میں نہیں چپک سکتا۔ پارا شیشہ کو تر نہیں کرتا اِس لئے اُس کے ڈورے کی حرکت میں رکاوٹ کا اندیشہ ہے۔ الکوہل تقریباً ۷۸°م پر جوش کھاتا ہے اور ۵۰° یا ۶۰° سے زیادہ تپش کے لئے ناموزوں ہے۔ اسی وجہ سے طریقۂ مندرجہ صفحہ ۵ کے ذریعہ بالائی نقطۂ ثابت دریافت نہیں ہو سکتا۔ پس الکوہلی تپش پیماؤں کی درجہ بندی کسی معیاری تپش پیما کے

مقابلہ سے کی جانی چاہیئے۔

طبی تپش پیما ——— انسان کے جسم کی تپش معلوم کرنے کے لئے خاص طور پر موزوں ہیں۔ تندرستی میں انسان کے جسم کی تپش ۹۸٫۴°ف سے بہت ہی کم گھٹتی بڑھتی ہے۔ اور اس لئے طبی تپش پیما کی درجہ بندی ۹۵°ف سے لے کر ۱۱۰°ف تک کی گئی ہے۔ ایک یا دو منٹ تک مریض کے منہ یا بغل میں آلہ کا جوفہ رکھا جاتا ہے اس کے بعد وہاں سے ہٹا لیا جاتا ہے کہ تپش پڑھی جا سکے۔ جوفہ کے پاس تنہ کا کچھ حصّہ زیادہ تنگ اور مڑا ہوا ہوتا ہے (شکل ع‍ف) جو پارے کو جوفہ میں واپس جانے سے روکتا ہے اس لئے تپش اطمینان سے مطالعہ کی



شکل ع‍۶

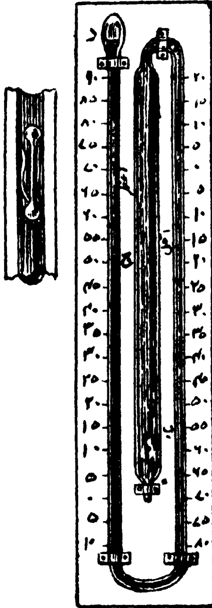
طبی تپش پیما

جا سکتی ہے۔ آلہ کو جھٹکا دینے سے پارا پھر جوفہ میں اتر آتا ہے اور ٹوٹا ہوا ڈورا دوبارہ مل کر ایک ہو جاتا ہے۔

اعظم اور اقل تپش پیما ——— یہ ایک خاص مدّت کی زیادہ سے زیادہ اور کم سے کم تپشوں کو مندرج کرتے ہیں۔

سکسش کے تپش پیما میں (شکل ع‍ب) ایک لمبا جوفہ ا الکوہل سے بھرا ہوتا ہے اور اس کو بذریعہ خمیدہ نلی ایک دوسرے جوفہ د سے وصل کیا ہوتا ہے۔ اور جوفہ د میں بھی الکوہل ہوتا ہے مگر

پورا بھرا ہؤا نہیں ہوتا۔ د کا کچھ حصّہ پھیلاؤ کے لئے خالی چھوڑ دیا جاتا ہے۔
نقطۂ ب اور ج کی درمیانی نلی میں پارا بھرا ہؤا ہے جو ا اور ب کے درمیانی الکوہل کو ج اور د کے درمیانی الکوہل سے علٰحدہ کرتا ہے۔ ب اور ج پر پارے کے سروں کو چھوٹے چھوٹے آہنی نمائندے ظاہر کرتے ہیں۔ نمائندوں میں ہلکی کمانیاں لگی ہوتی ہیں تاکہ نمائندے اپنے بوجھ سے نیچے نہ پھسل سکیں لیکن کمانیاں اِس قدر طاقتور نہیں ہوتیں کہ جس وقت پارا اُن کو نلی میں حرکت دے تو نمائندے متحرک نہ ہو سکیں۔ جوفہ ا میں الکوہل کے حجم کے تغیر سے پارے کا ڈورا حرکت کرتا ہے۔ اقل تپش اُس نمائندے کے محل سے ظاہر ہوتی ہے جو ب کے زیرِ اثر ہوتا ہے۔ ج والا نمائندہ تپش اعظم بتلاتا ہے۔ یہ آہنی نمائندے ایک خارجی مقناطیس کے ذریعہ سے پھر پارے سے متصل کر دیئے جاتے ہیں۔



شکل ۷۔ اعظم اور اقل تپش پیما

حسّاس تپش پیما ——— تپش کا خفیف سا اختلاف معلوم کرنے کی غرض سے ایسی صورتوں میں استعمال کئے جاتے ہیں جہاں صرف تپش کا تغیر معلوم کرنے کی ضرورت ہوتی ہے حقیقی تپش کا علم مقصود نہیں ہوتا۔ ایسے تپش پیما کا ایک نمونہ شکل ۸ میں دکھایا گیا ہے۔ اِس کے تنہ کی درجہ بندی معدودے چند درجوں کو ظاہر کرتی ہے اور ہر درجہ دس حصّوں میں منقسم ہے۔ نلی کی چوٹی کو اِس طرح

خم دیا گیا ہے کہ ایک کمرہ سا بن گیا ہے جس کے اندر کچھ پارا ہلا کر داخل کر دیا جاتا ہے۔ اور جوفہ میں اتنا پارا چھوڑ دیا جاتا ہے کہ کسی خاص تجربہ کی ادنیٰ تپش کے مطالعہ کے وقت پارے کا سرا پیمانہ کے نیچے کے حصّہ میں رہے۔ پھر تپش بالا کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ اِن مطالعات کا فرق تپش کے مطلوبہ اختلاف کو تبلاتا ہے۔ اِس ترکیب سے فائدہ یہ ہے کہ بہت لمبا تنہ استعمال کئے بغیر کافی حسّاسیت حاصل ہو جاتی ہے۔ ورنہ لمبے تنے میں ٹوٹنے کا اندیشہ ہوتا ہے

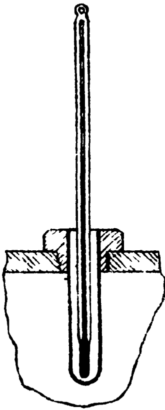


شکل ۸
حسّاس تپش پیما

تپش پیما کے استعمال کی احتیاط

نازک دیوار والے جوفہ کو کاگ کے اندر داخل کرنا ہو تو اِس کو زور سے دباؤ۔ تپش پیما پر تپش کے فوری تغیّر سے نقصان پہنچ جاتا ہے۔ اگر اِس بات کا احتمال ہو کہ کسی تپش پیما کی تپش اُس کی درجہ بندی سے زیادہ بڑھ جائیگی تو اُس کو ہرگز استعمال نہ کرنا چاہیئے ورنہ پارے کے زیادہ پھیلنے سے ایک قسم کا دباؤ پڑیگا اور جوفہ ٹوٹ جائیگا۔ اور جوفہ پر اِس قدر سیّالی دباؤ نہ ڈالا جائے جو کرۂ ہوائی کے

دباؤ سے بہت زیادہ ہو ورنہ اُس کے پچک جانے کا اندیشہ ہے۔ اگر وہ نہ بھی پچکے تو بیرونی دباؤ سے جوفے کے حجم میں کمی واقع ہوگی اور تپش کے مطالعے غلط ہو جائینگے۔ شکل ۹ میں نلی یا دیگر بند برتن میں بھاپ کی تپش معلوم کرنے کا طریقہ بتلایا گیا ہے۔ ایک دھات کا پیالہ جس کا اندرونی حصہ بند ہوتا ہے اُس نلی کے اندر پیچ لگا کر کس دیا جاتا ہے اور اُس میں تیل یا پارا بھر دیتے ہیں جو فوراً ہی بھاپ کی تپش پر آجاتا ہے۔ اگر کسی تپش پیما کو اس پیالہ میں رکھیں تو مطلوبہ تپش معلوم ہو جائیگی۔



شکل ۹
بھاپ کی نلی کی تپش

دھات کی نلی کے کسی دو مختلف حصوں میں اختلافِ تپش دریافت کرنے کا یہ طریقہ ہے کہ دو تپش پیماؤں کے تنوں کو نلی سے لگا کر باندھ دیا جائے اور تب نلی کے گِرد فلالین جوفوں پر لپیٹ دی جائے۔ اس طرح دونوں تپش پیما یکساں حالتوں میں ہونگے اور اُن کی تپشوں کے مطالعہ میں وُہی اختلاف ہوگا جو اُس شئے کی تپشوں میں ہونا چاہیئے جو اُنہیں مقامات پر نلی میں رکھی ہوئی ہیں۔

بلند تپشوں کی پیمائش

——— ہوائی کرہ کے معمولی دباؤ کے زیرِ اثر پارا ۳۵۷° پر جوش کھاتا ہے اس لئے سیمابی تپش پیما صرف اِس سے پست تپشوں کے لئے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ بلند تپشیں بعض اوقات مخصوص اشیاء کے معلوم شدہ نقاطِ اماعت کے لحاظ سے بصحت بیان کی جا سکتی ہیں۔ مثلاً ہم کہہ سکتے ہیں کہ کسی جسم کی

تپش سیسے کے نقطۂ اماعت (۳۲۰°م) کے قریب قریب ہے بشرطیکہ تپش اتنی ہو کہ سیسے کا چھوٹا ٹکڑا اس جسم سے ملتے ہی قریب قریب پگھلنے لگے۔ نفتھالین (Naphthalene)، گندک اور رانگ اس کام کے لئے اس طرح استعمال کئے جا سکتے ہیں۔ یہ طریقہ بھٹیوں کی تپش کو معمولی طریقہ پر دریافت کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ اشیاء جو اس طرح استعمال میں لائی جاتی ہیں اُن کو "تپش نما" کہتے ہیں۔

دُود کش یا بھٹی کی تپش پلاٹینم یا تانبے یا دیگر اجسام کے ٹکڑے کو اندر داخل کرنے سے تخمینہ کی جا سکتی ہے۔ ٹکڑا کچھ دیر تک اندر پڑا رہنے دیا جائے یہاں تک کہ وہ بھٹی کی تپش پر آ جائے۔ تب اس کو نکال کر پانی میں ڈبو دیتے ہیں۔ اِن کے حساب کا طریقہ چوتھی فصل میں لیگا۔

پلاٹینم کے تار کی برقی مزاحمت تار کی تپش کے ساتھ ساتھ برابر بدلتی رہتی ہے۔ اِس خاصیت کی وجہ سے پلاٹینم کے تار کو کسی گرم گیس یا مایع سے متصل کر کے اِس کی برقی مزاحمت دریافت کرنے سے اُس چیز کی تپش معلوم کی جا سکتی ہے۔

آلہ جات جو بلند تپشوں کی پیمائش میں استعمال ہوتے ہیں **آتش پیما** کہلاتے ہیں۔ حر برقی جُفت بھی بطور آتش پیما استعمال کئے جاتے ہیں۔ اس کا اصول یہ ہے کہ جب دو مختلف دھاتوں مثلاً پلاٹینم اور ایریڈیئم کے سروں کو جوڑ کر حلقہ یا دَور تیار کیا جاتا ہے اور اِس دَور کے جوڑوں کی تپشوں میں اختلاف ہوتا ہے تو دَور پر سے ایک برقی رَو بہتی ہے جس کی طاقت اِن تپشوں کے اختلاف پر منحصر ہے۔ مناظری اصول پر عمل کرنے والے آتش پیما بھی جدید فلزی تصفیہ کے کاموں میں استعمال کئے جاتے ہیں۔

پہلی فصل کی مشقیں

۱۔ مفصل بیان کرو کہ معمولی سیمابی تپش پیما کیسے بناتے ہیں۔

اور اِس کا خاکہ کھینچو۔

۲۔ ایک چھوٹا مدوّر شیشہ کا برتن جس میں ایک باریک تنہ ہے پانی سے نصف تنہ تک بھرا ہُوا ہے۔ اگر جوفہ گرم پانی میں ڈبویا جائے تو مفصل بیان کرو کہ تنہ میں پانی کی سطح پر کیا اثر ہوگا۔

۳۔ اِن اصطلاحوں کا مفہوم کیا ہے:—

(ا) نقطۂ انجماد۔

(ب) تپش پیما کا نقطۂ جوش۔

سیمابی تپش پیما کے پیمائۂ تپش سے کیا مُراد ہے۔

۴۔ ذیل کی تپشوں کو تحویل کرو:—

(ا) ۴۰° مر کو ف میں۔

(ب) -۵° مر کو ف میں۔

(ج) -۲۷۳° مر کو ف میں۔

۵۔ ذیل کی تپشوں کو تحویل کرو:—

(ا) ۱۰۰° ف کو مر میں۔

(ب) ۱۰° ف کو مر میں۔

(ج) -۶۰° ف کو مر میں۔

۶۔ ایک خاص تپش ہے جس کی قیمت مئی اور فارنہیٹ دونوں تپش پیماؤں پر ایک ہی ہے۔ وہ کونسی تپش ہے؟

۷۔ تپش پیما کے نقطۂ انجماد والی خطا کیسے معلوم کی جاتی ہے۔ اور آلۂ مطلوبہ کا خاکہ کھینچو۔

۸۔ سوال ۷ کی طرح تپش پیما کے نقطۂ جوش والی خطا کی تعیین کا طریقہ بیان کرو اور اُس کے آلہ کا خاکہ کھینچو۔

۹۔ فارنہیٹ تپش پیما کی نقطۂ جوش والی خطا کے جانچنے میں ۲۱۱٫۶ مر تپش مطالعہ ہوئی ہے۔ اس وقت بار پیما کا مطالعہ ۷۶٫۲ سم سیمابی تھا۔ نقطۂ جوش کی خطا معلوم کرو۔ (مطلوبہ مقادیر کے نئے جدول مندرج ضمیمہ

ملاحظہ ہو)۔

۱۰۔ سیمابی تپش پیما کے استعمال میں کیا احتیاطیں کرنی چاہئیں۔

۱۱۔ تپش نما سے کیا مُراد ہے۔ چند اشیاء تبلاؤ جو بطور تپش نما استعمال کی جاسکتی ہیں۔

۱۲۔ ایک صحیح مئی تپش پیما ۵ء۱۵° مندرج کرتا ہے جبکہ اُس کے برابر لٹکا ہؤا ایک غلط فارنہیٹ تپش پیما ۵ء۶۱ مندرج کر رہا ہے۔ اِس دُوسرے مطالعہ میں کیا تصحیح کی جاوے۔

۱۳۔ تپش کے پیمانہ سے کیا مُراد ہے۔ تپش پیما کے لئے کسی مائع کے انتخاب میں کن خواص کا لحاظ رکھنا چاہیئے؟ کسی تپش پیما کے مختلف حصوں کے ابعاد جب تجویز کئے جاتے ہیں تو کن امور کا لحاظ ہوتا ہے؟

۱۴۔ کسی حسّاس سیمابی تپش پیما کی تشریح کرو۔ اور خاکہ کھینچو اور تبلاؤ کہ اِس تپش پیما کی مئی پیمانہ کے لحاظ سے کیسے درجہ بندی کرینگے۔

۱۵۔ اعظم و اقل تپش پیما کی بناوٹ خاکہ کھینچ کر بیان کرو۔

۱۶۔ تم کو ایک تپش پیما دیا گیا ہے اور نقاطِ انجماد وجوش پر اُس کی تصحیح بتلادی گئی ہے۔ تشریح کے ساتھ بیان کرو کہ تم پیمانہ کے دُوسرے مقامات کی خطائیں کیونکر معلوم کروگے اور تصحیح کا مُنحنی کیونکر کھینچو گے۔

۱۷۔ ساتھ ساتھ لٹکے ہوئے فارنہیٹ اور مئی تپش پیما بالترتیب ۱۱۰° اور ۴۵° ظاہر کر رہے ہیں۔ بیان کرو کہ تم یہ کیسے معلوم کروگے کہ کون تپش پیما غلط ہے اور اِس میں کیا خرابی ہے۔

دُوسری فصل

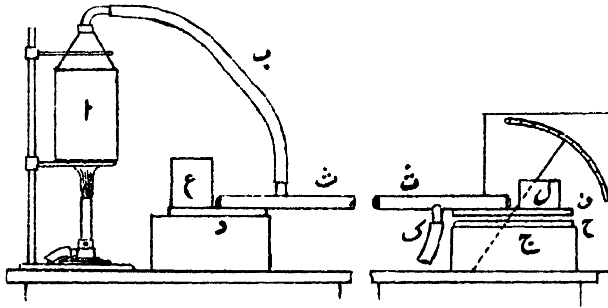
ٹھوس اشیاء کا پھیلاؤ

پھیلاؤ ـــــــــ اکثر اشیاء گرم ہونے پر پھیلتی ہیں اور ٹھنڈا ہونے پر سُکڑتی ہیں۔ اِس کی مثالیں مُشاہدہ میں بکثرت آتی ہیں۔ مثلاً چوبی پہیّہ سے آہنی ہال کسی قدر چھوٹا بناتے ہیں اور ہال کو گرم کرتے ہیں تاکہ پھیلنے پر وہ پہیّہ پر چڑھایا جا سکے، تب اس "ہال چڑھے ہوئے پہیّہ" کو پانی میں ڈبو کر ٹھنڈا کرتے ہیں تاکہ ٹھنڈا ہونے کی وجہ سے ہال سُکڑے اور پہیّہ کو مضبوط جکڑ لے۔ بھاپ کی نلکیاں، بھاپ کے اندر داخل ہونے پر طول میں بڑھ جاتی ہیں۔ جو تجربہ ذیل سے واضح ہے:-

تجربہ ۷ ـــــــــ بھاپ کی نلکی کا پھیلاؤ:-

ا ایک چھوٹا برتن (شکل ۱۰) ہے جس کو ایک ربڑ کی نلی ب کے ذریعہ سے ایک دُوسری تانبے کی نلی ث سے جوڑ دیا گیا ہے۔ جس کی لمبائی تقریباً ۳ فٹ ہے۔ اِس تانبے کی نلی میں دونوں سِروں پر ڈاٹ لگا دی گئی ہے اور اُس کے ہر سِرے پر ایک ایک شاخ متضاد سمتوں میں جوڑ دی گئی ہے۔ بھاپ ب میں ہو کر نلی میں داخل ہوتی ہے۔

اور ك کے راستہ سے بآسانی نکل جاتی ہے۔ د اور ف پیتل کی



شکل ۱۰

دھاتی نلی کے پھیلاؤ کی توضیح کا آلہ

دو چادریں نلی کے سروں پر جڑ دی گئی ہیں۔ د ایک کندے پر رکھی ہے جس کو وزن ع دبائے ہوئے ہے۔ چادر ف ایک چھوٹے سے بیلن پر رکھی ہوئی ہے جو فولادی سوئی کا بنا ہے۔ بیلن کو پیتل کی ایک چادر ح سہارے ہوئے ہے، اور چادر ایک کندے ج پر مستحکم جما دی گئی ہے بیلن میں ایک ہلکا نمائندہ لگا ہے جو ایک قوسی درجہ دار پیمانہ پر حرکت کرتا ہے۔ بھاپ کے داخل ہوتے ہی نلکی پھیلنا شروع ہوتی ہے جس کی وجہ سے بیلن چادر ح پر گھومتا ہے، اور اس کے ساتھ نمائندہ بھی قوسی درجہ دار پیمانہ پر حرکت کرتا ہے جس سے پھیلاؤ کا اندازہ ہو سکتا ہے۔

تجربہ ۸ ——— دھاتوں کا غیر مساوی پھیلاؤ۔ لوہے اور تانبے کی ایک ہی ابعاد کی دو مساوی چپٹی سلاخیں لو۔ فرض کرو کہ اُن کی پیمائش ۱۲ انچ، ۰.۵ انچ اور ۰.۱۲ انچ ہے۔ اِن کو چپٹا رکھ کر کیلوں سے جوڑ دو۔ اور اِس مرکب سلاخ کو کمرے کی

تپش پر سیدھا کر لو۔ گرم کرنے پر یہ سلاخ خم کھا جائیگی اور تانبا محدب سمت پر ہوگا جس سے پتہ چلتا ہے کہ وہ لوہے کے مقابلہ میں زیادہ پھیلا ہے۔ حالانکہ دونوں ایک ہی سلسلۂ تپش تک گرم کئے گئے ہیں۔

طولی پھیلاؤ کی شرح ـــــــ اگر اکائی طول کی سلاخ کی تپش کو ایک درجہ بڑھائیں تو اُس کے طول کے اضافہ کو اُس کے مادّے کے طولی پھیلاؤ کی شرح کہتے ہیں۔

فرض کرو ط = طولی پھیلاؤ کی شرح

ل = سلاخ کی اصلی لمبائی

ت = زیادتی تپش

اگر یہ مان لیا جائے کہ پھیلاؤ فی درجۂ تپش کے پُورے سلسلہ پر یکساں ہے۔

تو اکائی طول کی سلاخ کا پھیلاؤ = ط ت

ل طول کی سلاخ کا پھیلاؤ = ل ط ت

∴ سلاخ کی آخری لمبائی = ل + ل ط ت

= ل (۱ + ط ت) ....(۱)

طولی پھیلاؤ کی شرحیں

معمولی کرۂ ہوائی کی تپش پر فی درجہ مئی[1]

شئے	ط	شئے	ط
سیسا	۲۷٫۶ × ۱۰^-۶	پیتل	۱۸٫۹ × ۱۰^-۶
جست	۲۶٫۰ "	بندوقی دھات	۱۸٫۱ "
ایلومنیئم	۲۵٫۵ "	تانبا	۱۶٫۷ "
رانگ	۲۱٫۴ "	نِکل دھات (دس فیصدی)	۱۳٫۰ "

[1] کے (Kaye) اور لیبی (Laby) (لانگمین) کی کتاب طبیعی و کیمیائی مستقل مقادیر ملاحظہ ہو۔

شئے	ط	شئے	ط
نکل	$۱۲٫۸ \times ۱۰^{-۶}$	عمارت	۴ تا $۷ \; ۱۰^{-۶}$
پٹواں لوہا } نرم دھات	۱۱٫۹ ″	عمارتی لکڑی	۳ تا ۵ ″
ڈھلا ہوا لوہا	۱۰٫۲ ″	نکل فولاد (انوار) ۳۶ فیصدی	۰٫۹ ″
پلاٹینم	۸٫۹ ″		
شیشہ	۸٫۷ تا ۹٫۷ ″		

سطحی پھیلاؤ کی شرح - اگر اکائی رقبہ کی چادر کو ایک درجہ گرم کریں تو چادر کے رقبہ کے اضافہ کو اُس کی سطحی پھیلاؤ کی شرح کہتے ہیں۔

فرض کرو کہ ایک مربع تختی ہے جس کا ہر ضلع ایک اِکائی لمبا ہے۔ اگر بیشتر ہی کی علامتیں استعمال کی جائیں تو

ہر ضلع کی آخری لمبائی = ۱ + ط ت

چادر کا آخری رقبہ = (۱ + ط ت)^{۲}

= ۱ + ۲ ط ت + ط^{۲} ت^{۲}

چونکہ ط ہمیشہ ایک قلیل مقدار ہوتی ہے اِس لئے اُس کا مُربع بہت ہی قلیل ہو گا۔ لہذا ط کے مُربع والی رقوم کو نظر انداز کر دینا چاہیئے۔

چادر کا آخری رقبہ = ۱ + ۲ ط ت

∴ چادر کے رقبہ کا اضافہ = (۱ + ۲ ط ت) - ۱

= ۲ ط ت .... (۲)

اِس لئے ہم نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ کسی شئے کے سطحی پھیلاؤ کی شرح اُسی شئے کے طولی پھیلاؤ کی شرح سے دوگنی ہے۔

مکعب پھیلاؤ کی شرح — اگر کسی اکائی حجم کو ایک درجہ گرم کریں تو اُس کے حجم کے اضافہ کو اُس کے مکعب پھیلاؤ کی شرح کہتے ہیں۔

ایک اکائی ضلع والے مکعب کو فرض کرو۔ اور علامات سابقہ استعمال کرکے:

ضلع کی آخری لمبائی = ۱ + ط ت

مکعب کا آخری حجم = (۱ + ط ت)^{۳}

= ۱ + ۳ ط ت + ۳ ط^{۲} ت^{۲} + ط^{۳} ت^{۳}

اُن رقوم کو جن میں ط کے مربع اور مکعب ہوں نظر انداز کرنے پر

مکعب کا آخری حجم = ۱ + ۳ ط ت

∴ مکعب کے حجم میں اضافہ = (۱ + ۳ ط ت) - ۱

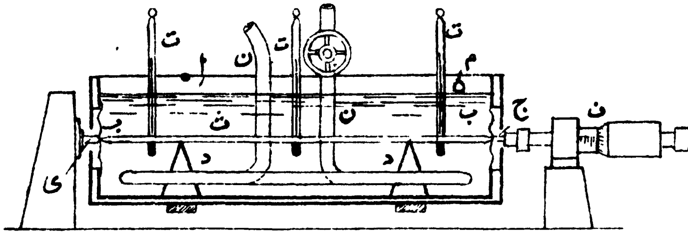
= ۳ ط ت .... (۲)

لہٰذا مکعب پھیلاؤ کی شرح اُسی شئے کے طولی پھیلاؤ کی شرح سے تگنی ہوتی ہے۔

تجربہ ۹ — دھاتی سلاخوں کے طولی پھیلاؤ کی شرح۔ اِس کام کے لئے ویڈن[۱] نے ابتداءً جو آلہ تجویز کیا تھا اُس میں تھوڑی سی ترمیم کر دینے سے عمدہ نتائج برآمد ہوتے ہیں۔ یہ آلہ شکل ۱۱ میں بالتشریح دکھایا گیا ہے۔ ا تانبے کا ایک دوہرا طشت ہے جس کے اندرونی اور بیرونی صندوقوں کے درمیان آسبسطوس بھرا ہے۔ اندرونی صندوق کے دونوں سروں پر ایک بڑا سوراخ بنا ہؤا ہے اور سوراخوں پر قرص ب اور ب جڑ دیئے گئے ہیں۔ یہ قرص قدرے نالیدار پتلے تانبے کی چادر سے بنائے گئے ہیں۔ بیرونی

[۱] Weedon

صندوق کے سروں پر بھی ایک ایک سوراخ ہے لیکن یہ سوراخ چھوٹے ہیں - اور بڑے سوراخ سے ہم محور ہیں۔ زیرِ آزمائش سلاخ ث اتنی لمبی لی جاتی ہے کہ جب اِس کو قرصوں کے



شکل ۱۱

سلاخوں کے طولی پھیلاؤ کی شرح دریافت کرنے کا آلہ

درمیان داخل کرتے ہیں تو اِس کو اُن کے مرکزوں سے لگ کر ٹھیک اُس کی جگہ پر رکھنے کے لئے تھوڑی سی قوت کی ضرورت ہوتی ہے۔ دو دھاتی سہارے د اور د سلاخ کو سنبھالے رہتے ہیں۔ سلاخ کا ذرا سا بھی پھیلاؤ قرصوں کو باہر کی جانب ڈھکیلیگا۔ لیکن بائیں قرص کو شیشہ کی ایک چھوٹی ثابت سلاخ (ی) روک کر اپنی جگہ پر قائم رکھتی ہے۔ اِس لئے اِس قرص کو حرکت نہ ہوگی۔ بلکہ دائیں قرص کی حرکت سے سلاخ ث کا پھیلاؤ ناپا جاتا ہے۔ یہ پیمائش خردہ پیما ف کے ذریعہ عمل میں آتی ہے۔ خردہ پیما کے سرے میں شیشہ کی ایک چھوٹی سلاخ ج لگی ہے اور خردہ پیما کو چلانے سے سلاخ کی نوک قرص سے مِلائی جا سکتی ہے۔

طشت دو سلاخوں پر رکھا ہؤا ہے اور بآسانی پھسلایا جا سکتا ہے۔ ایک کمانی طشت کو بائیں جانب ڈھکیلتی ہے اور اِس طرح پر

بایاں نالیدار قُرص ثابت سلاخ ی کے سرے پر مضبوط جما ہوا رہتا ہے۔
طشت سرد پانی سے اخراج کے نل م تک بھرا ہوتا ہے۔ اِس پانی کی تپش کو تین تپش پیماؤں ت، ت، ت، سے مطالعہ کرتے ہیں۔ پانی کو گرم کرنا ہوتا ہے تو اُس میں بھاپ ایک تانبے کی نلی ن کے راستہ سے آتی ہے جس میں ایک روک کھلمندن لگی ہوتی ہے، جس سے بھاپ تو اندر آسکتی ہے مگر کوئی چیز اندر سے باہر نہیں جاسکتی۔
آلہ کے ساتھ لوہے، فولاد، تانبے، پیتل، وغیرہ کی سلاخیں موجود ہوتی ہیں۔ اِن میں سے ایک کو لے کر اِس کا طول ٹھیک ٹھیک ناپ لو۔ پھر اُس کو دونوں قُرصوں کے درمیان طشت میں باقاعدہ رکھ دو مگر یہ خیال رہے کہ رکھتے وقت خُردہ پیما کو گھما کر اُس کے سرے کو قُرص سے علحدہ کر دینا چاہیئے اور اِتنی یخ کُوٹ کر طشت میں ڈالو کہ کچھ یخ بغیر پگھلے باقی رہ جائے یا آہستہ آہستہ پگھلا کرے۔ اِس طریقہ سے پانی صفر درجہ مئی تک ٹھنڈا ہو جائیگا۔ اب خُردہ پیما کو گھما کر آگے بڑھاؤ تاکہ قُرص سے ملحق ہو جائے اور اِس کا نشان پڑھ لو اور تینوں تپش پیماؤں کا بھی مطالعہ کر لو۔ اِن مطالعات کا اوسط پانی کی تپش کے برابر ہوگا۔ بعد ازاں خُردہ پیما کے پیچ کو ڈھیلا کرو۔ اور بھاپ کو اندر آنے دو۔ تاکہ تپش دس درجہ مئی تک بڑھ جائے۔ واضح رہے کہ پانی کی تپش بڑھانے سے پہلے یہ عمل ضروری ہے۔ پانی کو خوب ہلاؤ اور تپش پیما اور خُردہ پیما کے مطالعات بطریق سابق لے لو۔ اور یہ عمل ہر دس درجۂ مئی پر کرتے رہو یہاں تک کہ درجہ تپش سو تک پہنچ جائے۔ مطالعات کی فہرست ذیل کے طریقہ سے تیار کی جائے:۔

(مادّہ کا نام) سلاخ کے طولی پھیلاؤ کا تجربہ

سلاخ کا طول = ط ممر

تپش سئی	مطالعہ خردہ پیما ممر	صفر درجہ سئی سے زائد تپش کے لئے پھیلاؤ ممر
۰ $ت_۱$ $ت_۲$ وغیرہ	$ل_۰$ $ل_۱$ $ل_۲$ وغیرہ	$ل_۱ - ل_۰$ $ل_۲ - ل_۰$ وغیرہ

خانہ ہائے ۱ و ۳ سے ایک ترسیم بناؤ۔ اِس ترسیم کا مستقیم ہونا اِس بات پر دلالت کرتا ہے کہ پھیلاؤ ہموار ہے اور شرحِ پھیلاؤ کی قیمت بھی مستقل ہے۔ اِس ترسیم پر کسی جگہ ایک نقطہ لے لو اور اِس نقطہ کے بموجب تپش ت اور پھیلاؤ ل پڑھ لو۔ ذیل کے حساب سے شرحِ پھیلاؤ کی قیمت ا معلوم ہو جائیگی:۔

پھیلاؤ = ل = ط ا ت

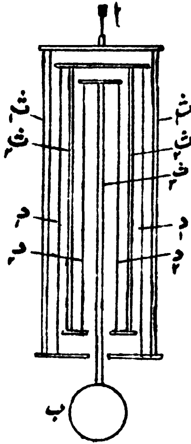
$$\therefore \quad ا = \frac{ل}{ط ت}$$

متلافی رقاص

———— سادہ رقاص کے ارتعاش کا وقت = و = ۲ ‏π $\sqrt{\frac{ل}{ج}}$ ہے۔ لہذا ہر رقاص کے لئے یہ ضروری ہے کہ اِس کے طول میں تغیر نہ ہو ورنہ گھڑیال جس میں وہ رقاص لگا ہؤا ہے سُست یا تیز ہو جائیگی۔ اگر رقاص کے لٹکن کو سنبھالنے کے لئے دھات کی معمولی سلاخ استعمال کی جائے تو تپش کے گھٹنے بڑھنے سے رقاص کی لمبائی بھی گھٹ بڑھ جائیگی۔ اِس وجہ سے بعض اوقات رقاص کی سلاخ لکڑی کی بنائی جاتی ہے جو تپش کے بڑھنے پر بہت کم پھیلتی ہے۔

رقاص کی سلاخ میں تغیراتِ تپش کی تلافی کرنے کے کئی

طریقے ہیں۔ اور غالباً سب سے اچھا ہیریسن[1] کا جالیدار رقّاص ہے جس کا خاکہ شکل ۱۲ میں دکھلایا گیا ہے۔ نقطہ ا پر اِس رقّاص کو لٹکا دیا ہے اور اِس کے لٹکن ب کو سنبھالنے کے لئے پانچ آہنی سلاخیں ث، ث، ث، اور چار پیتل کی سلاخیں د، د کام میں لائی گئی ہیں۔ اِن سلاخوں کو آڑی پٹیوں کے ذریعہ سے اِس طریقہ سے آپس میں جوڑا گیا ہے کہ جملہ آہنی سلاخوں کا پھیلاؤ لٹکن کو نیچا کرے اور پیتل کی جملہ سلاخوں کا پھیلاؤ لٹکن کو اوپر اُٹھائے۔



شکل ۱۲
ہیریسن کا جالیدار رقّاص

پیتل کی سلاخ کے طولی پھیلاؤ کی شرح آہنی سلاخ کی شرح سے تقریباً ڈیوڑھی ہے اِس لئے اگر ہم پیتل کی ایک ایسی سلاخ لیں جس کا طول آہنی سلاخ کے طول کا $\frac{2}{3}$ حِصّہ ہو تو ایک ہی اضافہ تپش کے لئے اِن دونوں سلاخوں کا طولی پھیلاؤ مساوی ہوگا۔ شکل ۱۲ میں لٹکن کی زیرین حرکت، تین آہنی سلاخوں کے پھیلاؤ کے برابر ہے اور بالائی حرکت پیتل کی دو سلاخوں کے پھیلاؤ کے برابر ہے۔ چونکہ اِس رقّاص میں لوہے اور پیتل کی سلاخوں کے مجموعی طول ۳ اور ۲ کی نسبت سے ہیں۔ اِس لئے زیادتی تپش سے اِس رقّاص کے طول پر کچھ اثر نہ ہوگا۔ اور طول عملاً مستقل رہیگا۔

گریہم[2] کے متلافی رقّاص میں (شکل ۱۳) ایک آہنی سلاخ لٹکی ہوئی ہے جس کے زیرین سرے پر لوہے کا ایک

[1] Harrison [2] Graham

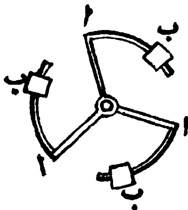
منہ بند برتن لگا ہؤا ہے اور اِس برتن میں پارا بھرا ہے۔ سلاخ کے پھیلنے پر یہ برتن اوپر نیچا ہو جاتا ہے جس کی وجہ سے رقّاص کا مرکزِ جاذبہ بھی نیچا ہوتا ہے۔ مگر چونکہ برتن میں پارے کا پھیلاؤ بالائی جانب ہوتا ہے۔ اِس لئے رقّاص کا مرکزِ ثقل اُوپر اُٹھ جاتا ہے۔ اگر پارا مناسب مقدار میں لیا جائے تو رقّاص کا مرکزِ جاذبہ بحیثیتِ مجموعی ایک ہی جگہ پر قائم رہیگا اور اُس کا فاصلہ نقطۂ تعلیق سے ہمیشہ مستقل ہوگا۔



شکل ۱۳ء
گرہیم کا تلافی رقّاص

گریزات وقت پیما

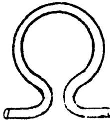
وقت پیما کا عمل اُس کے میزانی چکّر کے تابع ہوتا ہے۔ چونکہ تغیّراتِ تپش سے اِس چکّر کے ابعاد میں تغیّر واقع ہوتا ہے اِس لئے اِس کے وقتِ ارتعاش میں بھی فرق پیدا ہوتا ہے۔ اِس کی تلافی کے لئے (ملاحظہ ہو شکل ۱۴ء) چکّر کا ہر آرہ چکّر کے جُدا جُدا حاشیہ کو سنبھالے ہوئے ہے۔ اِن آروں کا پھیلاؤ نقاطِ ا کو چکّر کے مرکز سے دُور کر دیتا ہے۔ حاشیہ دو مختلف دھات کی پٹیوں سے بنا ہؤا ہے۔ وہ دھات جس کے طولی پھیلاؤ کی شرح زیادہ ہے محیط کے بیرونی جانب ہے اِس لئے پھیلاؤ کی وجہ سے حاشیہ زیادہ خمیدہ ہو جائیگا۔ اور اوزان ب مرکز کے

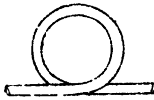


شکل ۱۴ء
وقت پیما کا میزانی چکّر

قریب ہو جائینگے۔ اگر چکّر کے مختلف حصّوں کو مناسب طریقہ سے ترتیب دیا جائے تو آرے کے پھیلاؤ سے جتنا نصف قطر بڑھ جائیگا۔ اُس کی تلافی حاشیہ کے جھکاؤ سے ہو جائیگی۔

نلوں اور ریلوں کا پھیلاؤ ———— گیس بہم پہنچانے والی دھات کی لمبی نلیاں کرۂ ہوائی کے تغیراتِ تپش کی وجہ سے گھٹتی بڑھتی رہتی ہیں۔ اِس کی تلافی کے لئے نلی میں جا بجا وائرے یا پھندے ڈال دیتے ہیں چونکہ دھات میں لچک ہوتی ہے لہذا جتنا نلی کی لمبائی میں تغیر ہوتا ہے اُسی مناسبت سے پھندا گھٹتا بڑھتا رہتا ہے (شکل ۱۵)۔

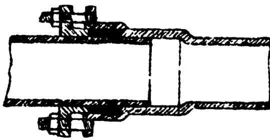




شکل ۱۵

نلی کے پھیلاؤ کے لئے پھندا

بھاپ کی لمبی نلیوں کے لئے جن میں بھاپ کے ٹھنڈے ہونے سے پانی جمع ہو جایا کرتا ہے بہترین طریقہ یہ ہے کہ نلی کو بیچ میں سے کاٹ کر ایک صندوق نما نل معہ شکنجہ کے لگا دیا جائے (شکل ۱۶)۔ نلی کے ایک سرے پر کچھ کشادہ حصّہ ہے جس کے اندر نلی کا دوسرا حصّہ آ جا سکتا ہے۔ صندوق نما نل میں آسبسطوس یا کوئی اور شئے بھری ہے جو شکنجہ کے ذریعہ دب کر نکلتی ہے اور بھاپ کو باہر جانے سے روکتی ہے۔

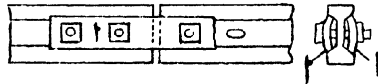


شکل ۱۶

بھاپ کی نلی کے پھیلاؤ کے لئے جوڑ

ریل کی پٹریاں سرے ملا کر نہیں جوڑی جاتیں بلکہ اُن کے

درمیان کچھ فصل رکھا جاتا ہے تاکہ وہ پھیل سکیں (شکل ۱۷)۔ اِن پٹڑیوں کے جوڑنے کا طریقہ یہ ہے کہ دو تختیاں ۱ ۱ جو پٹڑی کے دونوں بازو لگا دی جاتی ہیں اور اِن میں چار پیچدار (بولٹ Bolt) کیلیں جڑ دی جاتی ہیں۔ پٹڑی کے سُوراخ اُس کے طول کی جانب میں کچھ چوڑے کر دیئے جاتے ہیں تاکہ جب یہ پٹڑی تختیوں کے درمیان پھیلے تو یہ کیلیں خارج نہ ہوں ۔یہ سُوراخ شکل میں داہنے طرف دکھلائے گئے ہیں۔ تختیاں پٹڑی کے اُوپر اور نیچے نکلے ہوئے کناروں کے درمیان لگائی جاتی ہیں۔ جس کی وجہ سے پٹڑی کا بالائی حصّہ جس پر پہیہ گھُومتا ہے ایک ہی سطح پر قائم رہتا ہے۔ جو دیئے ہوئے خاکہ سے واضح ہے۔



شکل ۱۷

ریل کی پٹڑیوں کے پھیلاؤ کے لئے جوڑ

ریل کی پٹڑیاں جن پر ٹریم گاڑیاں چلتی ہیں برقی مُوصل کا کام دیتی ہیں۔ اِن کے سِرے عموماً جوڑ دئے جاتے ہیں، تاکہ پٹڑی مسلسل ہو جائے۔ یہ طریقہ اس وجہ سے ممکن ہے کہ پٹڑی کی محض بالائی سطح پر کرۂ ہوائی کے تغیراتِ تپش کا اثر ہوتا ہے اور اس کا زیادہ حصّہ زمین دوز ہوتا ہے۔اِس وجہ سے اِس کی تپش میں نسبتاً بہت کم تغیر ہوتا ہے۔

دباؤ جو تغیرِ تپش کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے —

فرض کرو کہ ایک لچکدار سلاخ کی لمبائی ل ہے اور اس کی تپش میں ت°م اضافہ کیا گیا ہے۔ اگر سلاخ کے پھیلاؤ میں کوئی چیز حارج نہ ہو تو سلاخ کا پھیلاؤ = ل ط ت ہے۔ جبکہ ط طولی پھیلاؤ کی شرح ہے۔ فرض کرو کہ اس گرم سلاخ کے سروں کو مضبوطی سے جکڑ دیا جاتا ہے اور بعد میں اس کو ابتدائی تپش تک ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو صاف ظاہر ہے کہ سلاخ کو اس طرح پھیلی ہوئی رکھنے کے لئے اتنی ہی قوت درکار ہوگی جتنی کہ سلاخ میں مستقل تپش پر ل ط ت کھنچاؤ پیدا کرنے کے لئے ضروری ہے۔

فرض کرو ق = قوتِ مطلوبہ

س = سلاخ کی تراش کا عمودی رقبہ

ی = ینگ[1] کا معیارِ لچک

$$\text{تب زور} = \frac{\text{ق}}{\text{س}} \quad \text{اور بگاڑ یا فساد} = \frac{\text{ل ط ت}}{\text{ل}} = \text{ط ت}$$

$$\text{ی} = \frac{\text{زور}}{\text{فساد}} = \frac{\text{ق}}{\text{س ط ت}}$$

$$\text{یا} \quad \text{ق} = \text{ی س ط ت} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

فرض کرو کہ سلاخ گرم کی جا رہی ہے اور ساتھ ہی اتنی مضبوطی سے جکڑی ہوئی ہے کہ طول میں تغیر نہیں ہونے پاتا ہے۔ یہ کیفیت اس طرح تصور کی جا سکتی ہے :—

اول سلاخ کو گرم ہونے پر آزادی سے پھیلنے دیا جائے تب تپش کو مستقل رکھتے ہوئے دونوں سروں پر اتنی قوت لگائی جائے جو سلاخ کو ابتدائی طول تک کم کرنے کے لئے کافی ہو۔

عملِ قوت سے پیشتر سلاخ کا طول = ل (۱ + ط ت)

---

[1] Young

ق کی وجہ سے تغیرِ طول = ل ط ت

$$\text{فساد} = \frac{\text{ل ط ت}}{\text{ل (۱ + ط ت)}} = \frac{\text{ط ت}}{\text{۱ + ط ت}}$$

$$\text{اب}\quad \text{ی} = \frac{\text{زور}}{\text{فساد}} = \frac{\text{ق}}{\text{س}}\left(\frac{\text{۱ + ط ت}}{\text{ط ت}}\right)$$

$$\therefore\quad \text{ق} = \frac{\text{ی س ط ت}}{\text{۱ + ط ت}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (\text{۲})$$

دُوسری فصل کی مشقیں

(سوالات ذیل میں شرح پھیلاؤ کی مطلوبہ قیمتیں فہرست مندرجہ صفحہ ۲۲ سے لی جائیں)۔

۱۔ دھاتی پھیلاؤ کی ایسی دو مثالیں جو تمہارے مشاہدے میں آئی ہوں بیان کرو اور خاکے کھینچکر تشریح کرو کہ پھیلاؤ کا اثر کیسے ساقط کیا جاتا ہے۔

۲۔ ایک ملائم فولاد کے پُل کا طول ۲۵۰ فٹ ہے اگر اِس کو ۱۰° م سے ۵۰° م تک گرم کریں تو بتلاؤ کہ اُس کے طول میں کتنا تغیر ہوگا۔

۳۔ تجربہ ۹ (صفحہ ۲۴) کے آلہ سے تجربہ کرنے پر مطالعات ذیل حاصل ہوئے۔

ملائم فولاد کی سلاخ کا طول = ۲۰ اِنچ

تپش مئی	۱۰٫۲	۲۵٫۰	۳۵٫۰	۴۷٫۰	۵۷٫۵	۶۵٫۰	۷۵٫۵	۸۵٫۵	۱۰۰
مطالعات خردپیما اِنچوں میں	۰٫۱۵۰۲	۰٫۱۵۳	۰٫۱۵۵۲	۰٫۱۵۸	۰٫۱۶۰	۰٫۱۶۱۲	۰٫۱۶۳۵	۰٫۱۶۵	۰٫۱۶۸۱

تپش اور مطالعاتِ خردہ بیا لے کر ایک ترسیم کھینچ لو۔ اور اُس پر کوئی دو نقطے لو۔ اِن نقاط کے مطالعات سے سلاخ کے طولی پھیلاؤ کی اوسط شرح کا حساب لگاؤ۔

۴۔ ایک گھڑیال کے رقّاص کی سلاخ کچّے لوہے کی ہے اور اُس کا وقتِ ارتعاش ایک ثانیہ ہے۔ اگر تپش میں ۳۰ درجۂ مئی تغیر پیدا ہو تو معلوم کرو کہ رقّاص کے طول میں کس قدر تبدیلی ہوگی۔

۵۔ تبلاؤ کہ پیتل کی ایک ایسی سلاخ کا طول کتنا ہوگا جس کو ۲ میتر لمبی ایک آہنی سلاخ کے ساتھ اگر ایک ہی سلسلۂ تپش تک گرم کریں تو دونوں کے طول میں مساوی پھیلاؤ ہو۔

۶۔ سیسے کی ایک چادر کا رقبہ ۱۲ مربع فُٹ ہے اور اُس کی تپش ۱۵°م ہے۔ اگر چادر ۳۰°م تک گرم کردی جائے تو تبلاؤ کہ اُس کا رقبہ کیا ہوگا۔

۷۔ کمائے ہوئے پتلے لوہے کی ایک مدوّر چادر کے ایک ہی جانب رانگ کی موٹی تہ چڑھائی گئی ہے صراحت کے ساتھ بیان کرو کہ گرم کرنے سے اِس چادر پر کیا اثر ہوگا۔

۸۔ فاصلہ ناپنے کا ایک فولادی فیتہ ۱۵°م پر صحیح پیمائش کرتا ہے تو ۰°م پر ۲۰۰۰ فُٹ کا فاصلہ ناپنے میں کس قدر غلطی ہوگی؟

۹۔ ۱۵°م کی تپش پر ایک پتلے الومینیم کی نلی کا اوسط قطر ۲ سم ہے۔ اگر اِس نلی کو ۱۰۰°م تک گرم کردیں تو تبلاؤ کہ اِس کا اوسط قطر کیا ہوگا۔

۱۰۔ شیشہ کو پگھلا کر اِس میں پلاٹینم کا ایک تار پیوست کیا جا سکتا ہے اور ٹھنڈا ہونے پر نہ تو شیشہ ٹوٹتا ہے اور نہ تار ڈھیلا ہوتا ہے تبلاؤ کہ یہ کیونکر ممکن ہے۔

۱۱۔ ایک لوہے کی سلاخ جس کی لمبائی ۱۲ فٹ اور قطر ایک اِنچ ہے ۱۵°م سے ۱۶۵°م تک گرم کی جاتی ہے۔ پھیلنے کے بعد اِس سلاخ کو دونوں سروں پر مضبوطی سے جکڑ دیتے ہیں تاکہ گھٹ بڑھ نہ سکے اور پھر ۱۵°م تک ٹھنڈا کرتے ہیں۔

دریافت کرو کہ سلاخ میں کس قدر تناؤ واقع ہوگا۔ (ی = ۱۰×۳۰ پونڈ فی مربع انچ)

۱۲۔ اگر سوال ۱۱ والی سلاخ کو اُسی درجۂ مئی پر گرم کرنے سے پہلے جکڑ دیا جائے تاکہ وہ پھیل نہ سکے تو بتلاؤ کہ وہ سلاخ ۱۶۵° م تک گرم کرنے پر کس قدر قوت سے ڈھکیلے گی۔

۱۳۔ ایک ڈھلے ہوئے لوہے کے گولے کا حجم ۲۰° م پر ۱۲۰ مکعب انچ ہے۔ بتلاؤ کہ اگر اِس کو ۱۰۰° م تک گرم کریں تو حجم میں کتنا تغیر ہوگا۔

۱۴۔ کسی دھات کے طولی پھیلاؤ کی شرح معلوم کرنے کے لئے جو آلات استعمال کئے جاتے ہیں اُن کو تفصیل کے ساتھ بیان کرو۔ اور خاکا بنا کر اُن کی توضیح کرو۔ نیز بتلاؤ کہ نتائج کا حساب کیسے لگایا جاتا ہے۔

تیسری فصل

ٹھوس اور مایع اشیار کا پھیلاؤ

کثافت میں پھیلاؤ کی وجہ سے تغیّر

کسی جسم کے پھیلنے پر اُس کی کمیتِ مادّہ میں کمی و بیشی نہیں ہوتی حالانکہ اُس کے حجم میں تغیّر ہو جاتا ہے۔ اِس لئے کثافت یعنی کمیتِ مادہ فی اِکائی حجم گھٹ جاتی ہے۔ اِس فصل میں جو بیان ہوگا علی الخصوص مایع اور ٹھوس اجسام سے متعلق ہوگا۔ گیسوں کے متعلق آٹھویں اور نویں فصل میں ذکر آئیگا۔

فرض کرو ش_1 = کسی مقررہ تپش پر شے کی کثافت (گرام فی مکعب سمر) ہے

ش_2 = کثافت جبکہ تپش میں ت درجے مئی اضافہ ہوتا ہے۔

بہ = کعبی پھیلاؤ کی شرح۔

پس اگر شے کے ابتدائی حجم کو ح_1 مکعب سمر فرض کرلیں تو

تپشِ بالا پر اِس کا حجم = $\text{ح}_2 = \text{ح}_1(1 + \text{بہ ت})$

اور تپشِ بالا پر جسم کی کمیّتِ مادّہ = $\text{ح}_2\,\text{ش}_2 = \text{ح}_1\,\text{ش}_1$

$\therefore\ \text{ش}_1 = \text{ش}_2(1 + \text{بہ ت})$

$$\text{ش}_2 = \frac{\text{ش}_1}{1 + \text{بہ ت}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

اگر ش_1 اور بہ معلوم ہوں تو کثافت جو تپشِ بالا پر ہوگی اِس مساوات

سے محسوب ہو سکتی ہے۔

$$\frac{ث_۱}{ث_۲} = ۱ + بہ ت$$

$$بہ = \left(\frac{ث_۱}{ث_۲} - ۱\right)\frac{۱}{ت} \quad .... (۲)$$

یہ نتیجہ ظاہر کرتا ہے کہ دو مختلف تپشوں پر جسم کی کثافتوں کے دریافت کرنے سے بہ کی قیمت معلوم ہو سکتی ہے۔ یہ طریقہ بالخصوص مائعات کے لئے موزوں ہے۔

ظرف کا پھیلاؤ ——— جب کسی ظرف میں مایع گرم کیا جاتا ہے تو ظرف اور مایع دونوں پھیلتے ہیں۔ مایع کے ظاہری تغیرِ حجم سے مُراد مایع کے حقیقی تغیرِ حجم اور ظرف کے تغیرِ حجم کا تفاوت ہے۔ اگر یہ دونوں تغیراتِ حجم مساوی ہوں تو مایع کے حجم میں کوئی تغیر مشاہدہ نہ ہو سکیگا۔

فرض کرو کہ پتلے شیشہ کا برتن استعمال کیا گیا ہے اور شیشہ کے مکعب پھیلاؤ کی شرح ش ہے اور یہ بھی تصور کرو کہ برتن شیشہ کے بنے ہوئے ایک جسم سے پُورا بھرا ہؤا ہے' اِس طرح پر کہ برتن شیشہ سے ہر جگہ متصل ہے۔ اگر شیشہ کے اُس جسم کا حجم ح ہے اور تپش ت درجوں تک بڑھا دی گئی ہے تو حجم ح بڑھکر ح (۱ + ش ت) ہو جائیگا۔

چونکہ شیشہ کا جسم اور برتن مل کر عملی حیثیت سے ایک ہی چیز ہو گئے ہیں اِس لئے یہ ظاہر ہے کہ برتن اور شیشہ کا جسم تپش بالا پر بھی ہر جگہ اُسی طرح متصل رہینگے یعنی شیشہ کے جسم کا پھیلاؤ اور خالی برتن کے حجم کا پھیلاؤ ایک ہی ہے لہذا

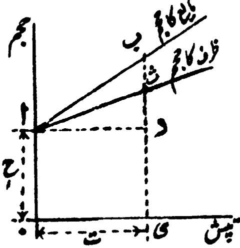
برتن کے حجم کا تغیّر = ح ش ت .... (۱)

مایع کے ظاہری مکعبی پھیلاؤ کی شرح ظرف کی اضافت سے مایع کے پھیلاؤ کی شرح ہے۔ کسی مایع کے مطلق

پھیلاؤ کی شرح سے مُراد وہ شرح ہے جو ایسی حالت میں دریافت کی جاتی ہے۔ جب کہ برتن جس میں مایع بھرا ہُوا ہے تپش سے بالکل نہیں پھیلتا۔

پھیلاؤ کی ظاہری اور مطلق شرحوں کا تعلق۔

شکل ۱۸ میں حجموں کی تعبیر معینوں سے اور تپشوں کی تعبیر مقطوعوں سے کی گئی ہے۔ فرض کرو کہ مایع سے بھرے ہوئے کسی شیشہ کے برتن کا حجم صفر درجہ مئی پر ح ہے۔ کسی دُوسری تپش ت پر مایع کا حجم معین ی ب سے ظاہر کیا جاتا ہے اور اُسی تپش پر برتن کا حجم معین ی ث سے۔ مایع کے حجم کا ظاہری تغیر اِن معینوں کے فرق یعنی ب ث کے برابر ہے۔ مقطوعوں کے خط کے متوازی خط ا د کھینچو تب ب د مایع کا مطلق پھیلاؤ اور ث د ظرف کا مُطلق پھیلاؤ ظاہر کرینگے۔



شکل ۱۸

ظاہری اور مطلق پھیلاؤ

فرض کرو کہ

$بم$ = مایع کے مطلق پھیلاؤ کی شرح

$به$ = مایع کے ظاہری پھیلاؤ کی شرح

$شم$ = شیشہ کے مطلق پھیلاؤ کی شرح

پس مایع کا حجم = ب ی = ح (ا + بم ت)

ظرف کا حجم = ث ی = ح (ا + شم ت)

اِن حجموں کا فرق = ح (ا + بم ت) ـ ح (ا + شم ت)

= ح ت (بم ـ شم) .... (۱)

ظاہری پھیلاؤ کی شرح کو کام میں لانے سے یہ فرق اِس

طرح بھی ظاہر کیا جا سکتا ہے :-

حجموں میں فرق = ح جہ ت .... (۲)

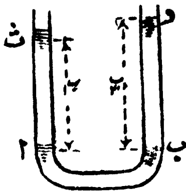
ش ح جہ ت = ح ت (بم - ش)

جہ = بم - ش

یا ش = بم - جہ .... (۳)

لہذا ظرف کے مطلق پھیلاؤ کی شرح، مظروف مایع کے مطلق اور ظاہری پھیلاؤں کی شرحوں کا فرق ہے۔

مایع کے دو اُسطوانوں کو متوازن کرکے مطلق پھیلاؤ کی شرح کی تعیین —— اِس طریقہ کے اصول کی توضیح شکل ۱۹ میں کی گئی ہے۔ ایک خمیدہ نلی میں جس کے دونوں بازو کھلے ہوئے ہیں ایک مایع بھرا ہوا ہے۔ نلیوں کے گرد اِن سے زیادہ کشادہ نلیوں کے "پیرہن" پہنا دئے گئے ہیں۔ (اِن کو شکل ۱۹ میں دکھلایا نہیں گیا ہے)۔ اِن کی مدد سے اُسطوانہ ا ث کو تپش ت۱ پر اور اُسطوانہ ب د کو بلند تپش ت۲ پر قائم رکھا جاتا ہے۔ ا اور ب ایک ہی سطح سے عمودی قطعات ہیں۔ ا ب کی درمیانی نلی میں مایع ایک ہی تپش پر تصور کیا جا سکتا ہے۔ اِس لئے اُس کی کثافت یکساں ہے۔



شکل ۱۹
مطلق پھیلاؤ کی شرح

لہذا ا اور ب پر سیالی دباؤ مساوی ہیں،

فرض کرو کہ ث۱ = ا ث میں مایع کی کثافت

$\text{ش}_{۲}$ = ب د میں مایع کی کثافت

$\text{ب}_{۱}$ = اسطوانہ ا ث کی بلندی

$\text{ب}_{۲}$ = اسطوانہ ب د کی بلندی

$\text{بہ}_{\text{م}}$ = مایع کے مطلق پھیلاؤ کی شرح

پس

ا پر دباؤ = ب پر دباؤ

$$\text{ب}_{۱}\,\text{ش}_{۱}\,\text{ج} = \text{ب}_{۲}\,\text{ش}_{۲}\,\text{ج}$$

یا

$$\frac{\text{ش}_{۱}}{\text{ش}_{۲}} = \frac{\text{ب}_{۲}}{\text{ب}_{۱}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱)$$

نیز مساوات (۱) صفحہ ۳۶ سے

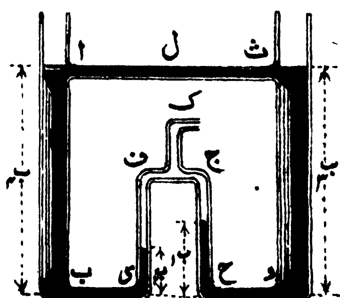
$$\frac{\text{ش}_{۱}}{\text{ش}_{۲}} = ۱ + \text{بہ}_{\text{م}}\,(\text{ت}_{۲} - \text{ت}_{۱})$$

$$\therefore\ \text{بہ}_{\text{م}}\,(\text{ت}_{۲} - \text{ت}_{۱}) = \frac{\text{ب}_{۲}}{\text{ب}_{۱}} - ۱ = \frac{\text{ب}_{۲} - \text{ب}_{۱}}{\text{ب}_{۱}}$$

یا

$$\text{بہ}_{\text{م}} = \frac{\text{ب}_{۲} - \text{ب}_{۱}}{\text{ب}_{۱}\,(\text{ت}_{۲} - \text{ت}_{۱})} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۲)$$

پارے کے مطلق پھیلاؤ کی شرح معلوم کرنے کے لئے مسٹر رینیو نے جو طریقہ استعمال کیا تھا شکل نمبر ۲۰ میں اس کا خاکا بتایا گیا ہے۔ ا ب اور ث د دو انتصابی نلیاں ہیں جو اوپر کے سروں کے قریب ایک باریک سوراخدار نلی ا ث کے ذریعہ سے جوڑ دی گئی ہیں۔ اس باریک نلی میں ل پر ایک چھوٹا سوراخ ہے۔ انتصابی نلیوں کے نیچے کے سِرے ایک خمیدہ نلی ب ی ف ج ح د کے ساتھ جوڑ دیئے گئے ہیں۔ یہ خمیدہ نلی



شکل نمبر ۲۰ رینیو کے آلہ کا خاکا

ایک دُوسری نلی ل کے ذریعہ سے ایک پمپ سے ملا دی گئی ہے۔ پمپ سے ف ج میں ہوا بھری جاتی ہے۔ شکل ۲۰ سے ظاہر ہے کہ پارا نلیوں میں بھرا ہُوا ہے۔ ا اور ث کی کُھلی ہوئی سطحوں پر کُرۂ ہوائی کا دباؤ ہے۔ ی ف اور ج ح نلیوں میں اِس قدر ہوا بھری جاتی ہے کہ اُس کے دباؤ سے اِن نلیوں میں پارے کی سطحیں شکل ۲۰ کی طرح دکھائی دیں۔ اور ایسے ذرائع استعمال کئے گئے ہیں کہ نلی س د ح ج اور ف ی میں پارا ایک ہی تپش ت۱ پر قائم رہ سکے اور نلی ا ب میں پارا تپشِ بالا ت۲ پر قائم رہ سکے۔

فرض کرو کہ پارے کی کثافت تپش ت۱ پر ث۱ ہے اور ت۲ پر ث۲ ہے اور ف ج میں ہوا کا دباؤ د ہے اور دیگر مقامات پر کے دباؤں کو د کے نیچے امتیاز کے لئے مناسب نشانات لگا کر ظاہر کرو۔ واضح ہو کہ یہ تمام دباؤ جو یہاں بتائے گئے ہیں حقیقی دباؤ نہیں ہیں بلکہ کُرۂ ہوائی سے زائد کے دباؤ ہیں۔ نیچے کی نلی کے دونوں حصے ب ی اور ح د کا محور ایک ہی تصور ہُوا ہے۔ اور اسی محور سے پارے کی بلندیاں ب۱ ب۲ ب۳ اور ب۴ کی پیمائش کی جاتی ہیں:—

پس د‌د = د‌ح = ب۳ ث۱ ج د‌ب = د‌ی = ب۴ ث۲ ج

نیز د‌ح = د + ب۱ ث۱ ج د‌ی = د + ب۲ ث۲ ج

∴ ب۳ ث۱ ج = د + ب۱ ث۱ ج .... (۱)

اور ب۴ ث۲ ج = د + ب۲ ث۱ ج .... (۲)

اگر بم پارے کے مطلق پھیلاؤ کی شرح ہے تو

ث۱ / ث۲ = ۱ + بم (ت۲ − ت۱) صفحہ ۲۰ ....(۳)

اِن مساوات کو حل کرنے پر مطلق پھیلاؤ کی شرح معلوم ہو جائیگی۔

$$بم = \frac{ب_۴ - ب_۳ + ب_۲ - ب_۱}{(ب_۴ - ب_۱ + ب_۳)(ت_۲ - ت_۱)}$$

چونکہ ب۲ اور ب۳ برابر ہیں اس لئے

$$بم = \frac{ب_۱ - ب_۲}{(ب_۴ - ب_۱ + ب_۲)(ت_۲ - ت_۱)} \quad ....(۴)$$

رنیو نے بم کے لئے اوسط قیمت ۱۸۱ ۰۰۰ء دریافت کی ہے۔
اگر صفر درجہ مئی پر پارے کی کثافت ۵۹۵۵ء۱۳ تسلیم کرلیں
تو جو کثافت تپش ت پر ہوگی اُس کا حساب مساوات ۳ صفحہ ۳۶
سے لگایا جاسکتا ہے۔ چنانچہ

$$ش_ت = \frac{ش_۰}{۱ + بم ت} = \frac{۱۳،۵۹۵۵}{۱ + ۰،۰۰۰۱۸۱ ت} \quad ....(۵)$$

مثال ـــــ ۱۰۰م پر پارے کی کثافت دریافت کرو۔

$$ش_{۱۰۰} = \frac{۱۳،۵۹۵۵}{۱ + ۰،۰۱۸۱} = ۱۳،۳۵$$

تجربہ ۱۰ ـــــ شیشہ کے برتن کے مطلق پھیلاؤ کی شرح کا دریافت کرنا

اِس تجربہ میں ایک باریک گردن والی شیشہ کی چھوٹی بوتل (جس کو وزنی یا ثقلی تپش پیما کہتے ہیں) استعمال کی گئی ہے (شکل ۲۱)۔ خالی بوتل کو تول کر اُس کی کمیّت مادہ م دریافت کرو۔ اب بوتل میں پارا بھرا جائے۔ پارا بھرنے کا طریقہ یہ ہے کہ اول بوتل کو کچھ گرم کرو۔ پھر اُس کے مُنہ کو مایع میں ڈبو دو بوتل کے ٹھنڈا ہونے پر پارے کا کچھ حصّہ بوتل میں چلا جائیگا۔ اس عمل کو اتنے بار دُہراؤ کہ بوتل پوری



شکل ۲۱

بھر جائے اور بوتل میں کچھ بھی ہوا نہ باقی رہے۔اب ایک گلاس لو جس میں پانی کسی قدر بھرا ہو اور بوتل کو اُس میں رکھ دو اور کچھ منٹوں تک انتظار کرو کہ تپش قائم ہو جائے اگر ضرورت سمجھو تو کچھ پارا بوتل میں اَور ڈال دو کہ پتلی گردن لبالب بھر جائے۔بعد ازاں پانی کی تپش معلوم کرو۔ فرض کرو کہ یہ ت_1 ہے۔ بوتل کو احتیاط سے ہٹا کر اُس کی بیرونی سطح خشک کر لو اور تب وزن کرو کہ جملہ کمیّتِ مادّہ معلوم ہو جائے اُس میں سے م کو منہا کرنے پر اُس پارے کی کمیّتِ مادّہ (م_1) دریافت ہو جائیگی جس سے بوتل تپش ت_1 پر بھری ہوئی ہے۔ گلاس کے پانی کی تپش کو بڑھاؤ اور سابقہ عمل دُہرانے سے پارے کی وہ کمیّت م_2 معلوم ہو جائیگی جس سے تپش ت_2 پر بوتل بھری ہے۔ فرض کرو کہ ت_1 پر مظروف پارے کا حجم ح_1 اور ت_2 پر ح_2 ہے اور فرض کرو کہ $\text{ش}_\text{م}$ شیشہ کے مطلق پھیلاؤ کی شرح ہے۔

پس بوتل کے حجم میں تغیر = $\text{ح}_2 - \text{ح}_1 = \text{ش}_\text{م}\,\text{ح}_1(\text{ت}_2 - \text{ت}_1)$

$$\therefore \text{ش}_\text{م} = \frac{\text{ح}_2 - \text{ح}_1}{\text{ح}_1(\text{ت}_2 - \text{ت}_1)} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

ح_1 اور ح_2 کو معلوم کرنے کے لئے ہمارے پاس

$$\text{م}_1 = \text{ح}_1\,\text{ث}_1 \quad \text{اور} \quad \text{م}_2 = \text{ح}_2\,\text{ث}_2$$

$$\text{یا} \quad \text{ح}_1 = \frac{\text{م}_1}{\text{ث}_1} \quad \text{اور} \quad \text{ح}_2 = \frac{\text{م}_2}{\text{ث}_2}$$

جبکہ تپش ت_1 پر پارے کی کثافت ث_1 اور ت_2 پر ث_2 ہے۔ یہ کثافتیں مساوات ۸ مذکورۂ بالا سے محسوب کی جاتی ہیں۔نمبر(۱) میں ان قیمتوں کا اندراج کرنے پر بوتل کے مادّہ کے مُطلق پھیلاؤ کی شرح کی قیمت معلوم ہو جائیگی نیز چونکہ ت_1 پر بوتل کا حجم ح_1 اور شیشہ کے مطلق پھیلاؤ کی شرح معلوم ہیں۔ اِس لئے دیگر تپش ت_2 پر بوتل کے حجم ح_2 کا حساب مساوات ذیل سے لگایا جاسکتا ہے:-

$ح_۲ = ح_۱ \{۱ + ش_م (ت_۲ - ت_۱)\}$ .... (۲)

تجربہ ۱۱ —— مایع کے پھیلاؤ کی شرحیں — بوتل جو تجربہ ۱۰ میں استعمال کی گئی ہے اس تجربہ میں بھی کام میں لائی جائے۔ بوتل کو اُسی طریقہ سے استعمال کرو۔ اور دیئے ہوئے مایع کی وہ کمیتیں $م_۱$ اور $م_۲$ معلوم کرو جن سے تپش $ت_۱$ اور $ت_۲$ پر بوتل بھری ہوئی ہے۔ اِن تپشوں پر بوتل کا حجم $ح_۱$ اور $ح_۲$ حساب کرکے دریافت کرو۔ $ت_۱$ اور $ت_۲$ تپشوں پر مایع کی کثافتیں $ث_۱$ اور $ث_۲$ ذیل سے معلوم ہو جائینگی:۔

$$ث_۱ = \frac{م_۱}{ح_۱} \quad \text{اور} \quad ث_۲ = \frac{م_۲}{ح_۲}$$

پس مساوات ۲ صفحہ ۳۷ سے مایع کا مطلق پھیلاؤ

$$جم = \left(\frac{ث_۱}{ث_۲} - ۱\right) \frac{۱}{ت_۲ - ت_۱}$$

$$= \left(\frac{\frac{م_۱}{ح_۱}}{\frac{م_۲}{ح_۲}} - ۱\right) \frac{۱}{ت_۲ - ت_۱}$$

اب $ش_م$ اور $جم$ کی قیمتیں معلوم ہونے پر مایع کے ظاہری پھیلاؤ کی شرح یعنی جہ کی قیمت مساوات ۳ صفحہ ۳۹ سے محسوب کی جا سکتی ہے۔

$$ش_م = جم - جہ$$

$$\text{یا} \quad جہ = جم - ش_م$$

اِسی طرح سے مایع کے لئے جم اور جہ کی قیمتیں تپش کے مختلف سلسلوں یعنی °۱۰ - °۴۰ و °۲۰ - °۳۰ وغیرہ تا °۹۰ م کے لئے معلوم کرو۔

اگر صرف ظاہری پھیلاؤ کی شرح به درکار ہو تو بوتل کے حجم کا تغیر نظر انداز کر دیا جا سکتا ہے - اِس صورت میں ح۱ اور ح۲ برابر ہونگے اور مساوات ۱ شکل ذیل اختیار کریگی -

$$\text{به} = \left(\frac{\text{م}_1}{\text{م}_2} - 1\right)\frac{1}{\text{ت}_2 - \text{ت}_1} = \frac{\text{م}_1 - \text{م}_2}{\text{م}_2(\text{ت}_2 - \text{ت}_1)} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

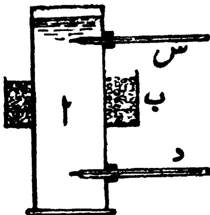
پانی کی کثافتِ اعظم

پانی کو ٹھنڈا کرنے پر معلوم ہوگا کہ پانی ۴°م کی تپش تک سکڑتا جاتا ہے اگر اِس سے زیادہ ٹھنڈا کیا جائے تو پھیلنا شروع ہوتا ہے یہاں تک کہ منجمد ہو جاتا ہے - انجماد کے وقت بہت زیادہ پھیلاؤ واقع ہوتا ہے اِس سے نتیجہ نکلتا ہے کہ پانی ۴°م پر اپنی کثافتِ اعظم حاصل کر لیتا ہے -

تجربہ ۱۲ — پانی کی کثافتِ اعظم کے متعلق ہوپ کا تجربہ

شکل ۲۲ میں ایک دھاتی برتن ا دکھلایا گیا ہے جس کے درمیانی حصّہ کے گردا گرد ایک "پیرہن" ب ہے - س اور د تپش پیما ہیں -

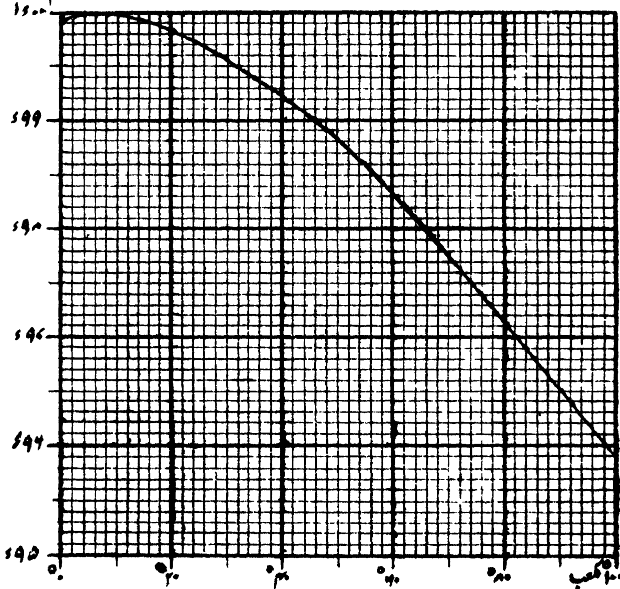
برتن میں پانی بھرو اور پھر اُس میں انجمادی آمیزہ جس میں نمک اور کوٹا ہوا یخ ہو ڈالو - ہر منٹ پر تپش پیماؤں کو ساتھ ساتھ پڑھو -



شکل ۲۲
آلہ ہوپ

فرض کرو کہ پانی کی ابتدائی تپش ۱۲° یا اِس سے کچھ زائد یعنی ۱۵° م تک ہے - ظرف کا درمیانی پانی ٹھنڈا ہو جائیگا اور سکڑیگا اس لئے اُس کی کثافت زیادہ ہو جائیگی - جس کی وجہ سے وہ ظرف کے زیرین حصّہ کی جانب بیٹھ جائیگا - جس کا

ثبوت یہ ہے کہ تپش پیما د کے مطالعات تپش پیما س کے مطالعات سے کم ہوتے ہیں۔ اور جتنا پانی ٹھنڈا ہوجاتا ہے اتنا ہی تپش پیما د کا درجۂ تپش کم ہو جائیگا اور بالآخر ۴° م تک پہنچ کر رُک جائیگا۔ اس کے بعد جب برتن کے درمیانی حصہّ کا پانی ۴° م سے زائد ٹھنڈا ہوگا تو وہ حجم میں پھیلیگا۔ لہٰذا کثافت میں کمی واقع ہوگی جس کی وجہ سے ٹھنڈا پانی اُوپر کی جانب اُٹھیگا۔ تپش پیما س کے آہستہ آہستہ صفر پہ آنے سے یہ بات صاف ظاہر ہو جائیگی کہ ٹھنڈا پانی اُوپر اُٹھ رہا ہے اور آخرکار پانی کی سطح پر یخ کی ایک تہ جم جائیگی اور تپش پیما د کا درجۂ تپش ۴° م کے قریب رہیگا۔



شکل ۲۳ ۔ پانی کی کثافت

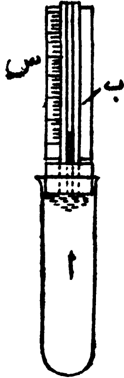
یہ واقعات نظامِ قدرت میں خاص اہمیت رکھتے ہیں - اگر ایسا

نہ ہوتا اور پانی کی کثافت اِس کے برخلاف برابر بڑھتی رہتی تو ۴°م سے لے کر ۰°م تک ٹھنڈا پانی تالابوں اور جھیلوں کی تہ میں رہتا اور انجماد تہ سے شروع ہوکر اوپر کی جانب بڑھتا اور آخرکار جھیل منجمد ہوکر یخ کی ایک مجسّم کمیّت بن جاتی۔ حقیقت یہ ہے کہ انجماد سطح سے شروع ہوتا ہے اور چونکہ یخ کی تختی سے حرارت کا انتقال بہت آہستہ ہوتا ہے اِس لئے تہ کے پانی کی تپش ۴°م سے کم نہیں ہوتی۔ اور ایسی حالت میں پانی کی تہ پر زندگی محفوظ رہ سکتی ہے۔

پانی کا پھیلاؤ یکساں نہ ہونے کی وجہ سے اِس کی کثافت اُس وقت تک صحیح نہیں بیان کی جا سکتی جب تک اُس کی تپش کا ذکر نہ کیا جائے اِس سے یہ ظاہر ہے کہ نظام س۔گ۔ث میں پانی کے ایک مکعب سنٹی میٹر کو ۴°م پر کیوں کمیّت مادّہ کی اکائی مانتے ہیں۔ ۶۰°ف پر ایک گیلن پانی میں دس پونڈ کمیّت کا مادّہ ہوتا ہے۔ شکل ۲۳ میں ایک ترسیم دی گئی ہے جو پانی کی کثافت صفر سے ۱۰۰°م تک ظاہر کرتی ہے۔

تجربہ ۱۳ — انجماد کے وقت پانی کا پھیلاؤ — امتحانی نلی ا (شکل ۲۴) میں ایک ربڑ کی ڈاٹ لگا دو اور اُس میں دُوسری نلی کے لئے سُوراخ کر دو۔ پانی خوب اُبال کر نقطۂ انجماد تک سرد کر لیا جائے اور نالچہ کے ذریعہ امتحانی نلی میں ڈاٹ تک بھر دیا جائے۔ فرض کرو کہ نالچہ سے اِس کا حجم ح معلوم ہوُا ہے۔ نلی ب کے سوراخ کو ناپ لو اور پھر اُس کی تراشِ عمودی کا حساب لگا لو (علمِ حرکت کا تجربہ ۷ صفحہ ۲۹)۔ جیسا کہ شکل ۲۴ میں دکھلایا گیا ہے نلی کو ڈاٹ میں ٹھیک طور سے لگاؤ اور پیمانہ سے چسپاں کر دو۔ پانی میں کسی قدر اَور اضافہ کرو تاکہ سطحِ آب نلی میں کسی قدر اَور اُونچی

ہو جائے۔ پیمانہ پر اس کا نشان پڑھ لو۔ امتحانی نلی کو انجادی آمیزہ میں آہستہ آہستہ نیچا کرو تاکہ پانی پیندے سے اوپر کی جانب جمتا جائے اگر اس میں احتیاط نہ کی گئی تو پہلے اوپر کی تہ جمنا شروع ہو جائیگی۔ اور نلی پھیلاؤ کی وجہ سے پھٹ جائیگی۔ جب انجاد ا میں مکمل ہو جائے سطح کو پیمانہ سے معلوم کرو۔ سطحوں کا تفاوت نکال کر اضافۂ حجم ح مکعب سنتی میٹروں میں دریافت کرو۔ اگر یہ مان لیا جائے کہ نلی ب میں پانی نہیں جاتا ہے تو یہ اضافہ ابتدائی حجم



شکل ۲۴۔ انجاد کے وقت پانی کا پھیلاؤ

ح پر ہوگا نسبت $\frac{ح}{ح+ح}$ کی قیمت معلوم کرو اس سے یخ کی کثافت دریافت ہو جائیگی یخ کی کثافت ۹۲ء گرام فی مکعب سنتی میٹر ہے پس تیرتے ہوئے تودۂ یخ کے حجم کا دسواں حصہ سطح بحر کے اوپر رہتا ہے چونکہ یخ کا تودہ بحری رَوؤں کے ساتھ ساتھ سمندر کے گرم حصوں کی جانب بہتا ہے اس لئے اُس کا ڈوبا ہوا حصہ رفتہ رفتہ پگھلنا شروع ہوتا ہے اور اس پگھلنے سے بعض تودوں کے تیرنے کی قیام پذیری پر اثر پڑتا ہے۔ چنانچہ بعض اوقات ایسے یخ کے تودے سمندر میں اُلٹتے ہوئے دکھائی دیتے ہیں۔

تیسری فصل کی مشقیں

۱۔ پیتل کے ایک ٹکڑے کی کثافت ۱۵° م پر ۸٫۴۵۶ گرام فی مکعب سنتی میٹر ہے اور مکعبی پھیلاؤ کی شرح ۵۷×۱۰^{-۶} ہے۔ پیتل کی کثافت ۱۲۵° م پر معلوم کرو۔

۲۔ جست کے ایک ٹکڑے کی کثافت ۲۱° م پر ۱۲۴ر۷ گرام فی مکعب سنتی میٹر اور ۲۲۴° م پر ۱۲۲ر۷ ہے۔ جست کے مکعب پھیلاؤ کی شرح معلوم کرو۔

۳۔ ٹھوس جسم کے مکعب پھیلاؤ کی شرح معلوم کرنے کا تجربہ بیان کرو۔
۰° م پر لوہے کے ایک ٹکڑے کی کثافت ۱۸۱ر۷ گرام فی مکعب سنتی میٹر ہے اور اُس کے طولی پھیلاؤ کی شرح ۱۱ر۹ × 10^{-6} فی درجہ مئی ہے۔ معلوم کرو کہ ۱۰۰° م پر اُس کی کثافت کیا ہوگی۔

۴۔ باریک گردن والے شیشہ کے ایک چھوٹے برتن میں ۵۶ر۴ مکعب سنتی میٹر پارا ہے جو ظرف کو ۰° م پر پُورا پُورا بھر دیتا ہے۔ شیشہ کے طولی پھیلاؤ کی شرح ۸ر۹ × 10^{-6} ہے۔ اگر تپش ۵۴° م تک بڑھادی جائے تو پارے کا کتنا حجم برتن سے باہر بہ کر نکل جائیگا؟ پارے کے مطلق کعبی پھیلاؤ کی شرح ۰۰۰۱۸ر۰ ہے۔

۵۔ ایک وزنی تپش پیما میں صفر درجہ مئی پر ۲۴ گرام پارا ہے۔ سو درجہ مئی تک گرم کرنے پر معلوم ہوا کہ اُس میں صرف ۶۲۲ر۲۳ گرام پارا باقی رہ گیا ہے۔ تپش پیما کے شیشہ کے طولی پھیلاؤ کی شرح معلوم کرو جبکہ پارے کے مطلق پھیلاؤ کی شرح ۰۰۰۱۸ر۰ ہے۔ (جامعۂ لندن)۔

۶۔ بتاؤ کہ تم شیشہ کے ایک دئے ہوئے برتن میں مٹی کے تیل کے دئے ہوئے نمونے کے ظاہری پھیلاؤ کی شرح کیسے معلوم کروگے۔

۷۔ ہموار سوراخ والے شیشہ کی نلی کا زیرین سرا بند ہے اور وہ سیدھی کھڑی کردی گئی ہے۔ ۰° م تپش پر نلی کے کچھ حصّہ میں ۶ر۷ سم بلندی تک پارا بھرا ہوا ہے اگر تپش ۲۰° م تک بڑھادی جائے تو پارے کے اُسطوانہ کی بلندی معلوم کرو۔ شیشہ کے طولی پھیلاؤ کی شرح ۰۰۰۰۰۸۵ر۰ اور پارے کے مطلق پھیلاؤ کی شرح ۰۰۰۱۸ر۰ ہے۔

۸۔ ایک مئی تپش پیما کا سلسلۂ تپش ۱۰۰- سے ۱۱۰° م تک ہے۔ اور ان نشانات کا درمیانی طول ۲۵ سم ہے۔ تنے کا سوراخ ۰۵ر۰ ملم ہے۔ جوف کا حجم معلوم کرو۔ شیشہ کے طولی پھیلاؤ کی شرح ۰۰۰۰۰۸ر۰ اور پارے کے مطلق پھیلاؤ کی شرح ۰۰۰۱۸ر۰ مان لو۔

۹۔ صاف صاف بیان کرو کہ تم وزنی تپش پیما استعمال کر کے مایع کے پھیلاؤ کی شرح کیسے معلوم کروگے۔ ایک وزنی تپش پیما میں

صفر درجہ مئی پر سو گرام پارا بھرا ہے۔ تپش ۱۰۰°م تک بڑھانے پر معلوم ہؤا کہ ۱٫۵۲ گرام پارا بہ کر باہر نکل گیا ہے۔ اگر پارے کے مطلق پھیلاؤ کی شرح ۰٫۰۰۰۱۸۱ ہے تو تپش پیما کے مادّے کے کعبی پھیلاؤ کی شرح معلوم کرو۔

۱۰- دو انتصابی نلیوں میں جن کے نیچے کے سرے اُفقی نلی سے جڑے ہوئے ہیں ایک مایع بھرا ہؤا ہے اِن دونوں اُسطوانوں کو مختلف درجۂ تپش پر متوازن کرکے مایع کے مطلق پھیلاؤ کی شرح کیونکر معلوم کروگے مفصّل تحریر کرو۔ اگر سرد اُسطوانے کی تپش ۵°م اور گرم اسطوانے کی تپش ۹۵°م ہے اور اُسطوانوں کی بلندیاں ۵۰ سمر اور ۵۰٫۲۲ سمر علی الترتیب ہیں تو پھیلاؤ کی شرح معلوم کرو۔

۱۱- کوئی مشاہدہ بیان کرو جس سے یہ ثابت ہو جائے کہ پانی کی کثافتِ اعظم ۴°م پر واقع ہوتی ہے۔ یہ واقعہ جھیلوں کے پانی جمنے پر کیا اثر رکھتا ہے؟

۱۲- کوئی تجربہ بیان کرو جس سے معلوم ہو سکے کہ حجم کا تغیر جو پانی جمنے پر واقع ہوتا ہے کیسے دریافت کیا جاتا ہے۔

۱۳- اگر یخ کا وزن ۵۷٫۵ پونڈ فی مکعب فٹ ہے تو تودۂ یخ وزنی ۱۰۰۰ ٹن کا حجم معلوم کرو۔ یخ کا کتنا حجم سطحِ سمندر کے اُوپر رہیگا جبکہ سمندر کے پانی کا وزن ۶۴ پونڈ فی مکعب فٹ ہے؟

۱۴- پارے کے مطلق پھیلاؤ کی شرح معلوم کرنے کا ریگنو والا طریقہ مختصراً بیان کرو۔

۱۵- پارے کے پھیلاؤ کی شرح $\frac{1}{5550}$ ہے۔ اگر پارے کے تپش پیما کا جوف ایک مکعب سمر ہے اور نلی کے سُوراخ کی عمودی تراش کا رقبہ ۰٫۰۰۱ مربع سمر ہے اور اگر پارا صفر درجہ مئی پر جوف کو پُورا بھر دے تو ۱۰۰°م پر پارے کی سطح کس مقام پر ہوگی (شیشہ کا پھیلاؤ نظر انداز کیا جائے)؟ (جامعہ کلکتہ)

چوتھی فصل

حرارت پیمائی

مقدارِ حرارت ——— اگر ایک گرم اور دُوسرا سرد جسم آپس میں مِلائے جائیں تو اُن کی حرارت میں ایک قسم کا تبادلہ ہونا شروع ہوتا ہے جس کی وجہ سے کچھ وقفہ کے بعد اِن دونوں جسموں کی تپش برابر ہو جاتی ہے - یہ آخری تپش اُن کی ابتدائی تپشوں کے مابین ہوتی ہے -

تجربہ ۱۴ ——— تپش اور حرارت میں امتیاز ——— دو برتن لو - برتن ا میں ایک لیٹر پانی بھر دو - پانی کی تپش تقریباً ۱۵° م ہونی چاہیئے - دُوسرے برتن میں بھی نصف لیٹر پانی بھر دیا جائے لیکن اِس پانی کی تپش ۸۰° م ہو - ہر برتن میں ایک ایک تپش پیما رکھ دیا جائے - اور خوب ہلا کر تپش دیکھ لی جائے - ا والا پانی ب میں اُلٹ لیا جائے، اور پانی کو پھر خوب ہلانے کے بعد اُس کی تپش ملاحظہ کر لی جائے - اِس تجربہ میں اگر مقادیر وُہی ہیں جو اُوپر بیان کی گئی ہیں تو پانی کی آخری تپش ۳۶° م ہوگی، جس کے معنی یہ ہیں کہ ظرف ا کا پانی ۲۱° م گرم اور ظرف ب کا پانی ۴۴° م

چونکہ ظرف ا کے پانی کی تپش اتنی نہیں بڑھی ہے جتنی کہ ب کے پانی کی کم ہوئی ہے اس لئے ظاہر ہے کہ جس چیز کا ایک برتن کے پانی سے دوسرے برتن کے پانی میں تبادلہ ہؤا ہے وہ تپش نہیں ہے بلکہ کوئی اور شئے ہے۔ اِس شئے کو **حرارت** کہتے ہیں۔

ہر جسم کی مقدارِ حرارت کا اِنحصار متعدد اجزا پر ہوتا ہے جن میں سے تپش بھی ایک جزو ہے۔ مثلاً اگر پانی کی ایک مقدار کو بنسنی مشعل کے ذریعہ جوش دیں تو چونکہ اِس کے لئے بہت وقت صرف ہوتا ہے اِس لئے پانی کے اندر حرارت کی بہت بڑی مقدار منتقل ہو جاتی ہے۔ حالانکہ اُس کی تپش میں اِس قدر نمایاں اضافہ نہیں ہوتا ہے۔ لیکن اگر ایک باریک تار کو اُسی مشعل میں ذرا سی دیر کے لئے بھی رکھ دیں تو اُس کی تپش کافی بڑھ جائیگی گو وہ حرارت کی نہایت قلیل مقدار حاصل کرتا ہے۔

حرارت کوئی مادّی شئے نہیں ہے جو کسی چیز میں اِس طرح جذب ہو سکے جیسے کہ اسفنج میں پانی۔ لہٰذا کسی جسم کو گرم یا سرد کرنے پر اُس کے وزن میں ذرا سی بھی کمی یا زیادتی نہیں ہوتی۔ آگے چل کر ہم اُن امور پر بحث کرینگے جن سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ حرارت ایک قسم کی توانائی ہے۔ اور جسم میں سالمات کی حرکت کی شکل میں موجود ہوتی ہے۔

حرارت کی اکائیاں —— اکائیوں کے ہر نظام میں حرارت کی اِکائی کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ حرارت کی وہ مقدار ہے جو اِکائی کمیّت کے پانی کی تپش کو ایک درجہ بڑھانے کے لئے درکار ہوتی ہے۔

نظام س گ ث میں حرارت کی اِکائی کیلوری یا حرارہ کہلاتی ہے۔ یہ اِکائی حرارت کی وہ مقدار ہے جو ایک گرام پانی کی تپش کو ۱°م بڑھانے کے لئے درکار ہو۔ جب کبھی حرارت کی بڑی اِکائی کی ضرورت ہوتی ہے تو "حرارہ کبیر" سے کام لیا جاتا ہے جو ایک ہزار حراروں کے برابر ہوتا ہے۔

برطانیہ میں س گ ث اِکائی حرارت کے علاوہ ذیل کی دو اِکائیاں بھی استعمال ہوتی ہیں :۔

مئی اکائی حرارت (پونڈ درجہ۔ مئی) وہ مقدارِ حرارت ہے جو ایک پونڈ پانی کی تپش کو ایک درجہ مئی بڑھا دے۔

فیرین ہیٹ اِکائی حرارت (پونڈ۔ درجہ۔ فرین ہیٹ یعنی برطانوی اِکائی حرارت (جس کو ب۔۱۔ ح لکھ سکتے ہیں) وہ مقدارِ حرارت ہے جو ایک پونڈ کی تپش کو ایک درجہ ف بڑھائے۔

چونکہ ۱٫۸°ف ایک درجہ مئی کے برابر ہیں۔ لہٰذا ایک پونڈ پانی کی تپش کو ۱°م بڑھانے کے لئے ۱٫۸ ب۔۱۔ ح کی ضرورت ہوگی۔

یعنی ایک مئی اِکائی حرارت = ۱٫۸ برطانوی اکائی حرارت

یا ایک ب۔۱۔ ح = $\frac{5}{9}$ مئی اِکائی حرارت

مثال —— حرارت کی کسی مخصوص مقدار کو جو حراروں میں بیان ہو اگر ب۔۱۔ح یا مئی اکائی حرارت میں تحویل کرنا چاہیں تو بتلاؤ کہ کس جزوِ ضربی سے اِس کو ضرب دینا چاہیئے؟

ایک حرارہ ایک گرام پانی کی تپش کو ایک درجہ مئی بڑھاتا ہے۔

∴ ۴۵۳٫۶ حرارے ۴۵۳٫۶ گرام " " " " بڑھاتے ہیں۔

چونکہ ۴۵۳٫۶ گرام ایک پونڈ کے برابر ہوتے ہیں۔

اس لئے ۴۵۳٫۶ حرارے ایک پونڈ پانی کی تپش کو ۱°م بڑھائینگے۔

اور چونکہ ایک درجہ فیرن ہائیٹ $\frac{5}{9}$ درجہ مئی کے مساوی

ہے اس لئے

$\frac{5}{9}$×۴۵۳٫۶ یعنی ۲۵۲ حرارے ایک پونڈ پانی کی تپش کو ایک درجہ فیرن ہائیٹ بڑھاسکتے ہیں

لہٰذا اَ ب-ا-ح = $\frac{5}{9}$×۴۵۳٫۶ = ۲۵۲ حرارے

اِس لئے حراروں کو ب-ا-ح میں تحویل کرنے کے لئے حراروں کو $\frac{1}{252}$

یعنی ۰٫۰۰۳۹۶۸ سے ضرب دینا چاہیئے۔

ب-ا-ح کو حراروں میں تحویل کرنے کے لئے ب-ا-ح کو ۲۵۲ سے ضرب دینا چاہیئے۔

مئی اکائی حرارت کو حراروں میں تحویل کرنے کے لئے مئی اکائی حرارت کو ۴۵۳٫۶

سے ضرب دینا چاہیئے۔

حراروں سے مئی اکائی حرارت میں تحویل کرنے کے لئے مئی اکائی حرارت کو

$\frac{1}{453.6}$ = ۰٫۰۰۲۲۰۵ سے ضرب دینا چاہیئے۔

چونکہ برطانوی اِکائی حرارت کے مقابلہ میں مئی اکائی حرارت زیادہ اچھی ہے۔ اِس لئے برطانیہ میں اِس کا رواج روز بروز بڑھتا جا رہا ہے۔

نوعی حرارت — متفرق تجربوں سے معلوم ہوا ہے کہ مختلف اشیاء کی برابر کمیتوں کو تپش کے ایک ہی سلسلہ تک گرم کرنے کے لئے حرارت کی مختلف مقداروں کی ضرورت ہوتی ہے لہٰذا کسی شے کی نوعی حرارت کی تعریف یہ ہوسکتی ہے کہ یہ وہ مقدارِ حرارت ہے جو اُس شئے کی ایک اِکائی کمیتِ مادہ کی تپش کو ایک درجہ بڑھانے کے لئے درکار ہو۔ لوہے کی نوعی حرارت $\frac{1}{9}$ حرارہ ہے یعنی $\frac{1}{9}$ حرارہ ایک گرام لوہے کی تپش کو ایک درجہ مئی بڑھائیگا۔ یا $\frac{1}{9}$ پونڈ۔ درجہ مئی۔اِکائی حرارت ایک پونڈ لوہے کی تپش کو ایک درجہ مئی بڑھائیگی۔ لہٰذا جملہ نظام اِکائیوں میں کسی شئے کی نوعی حرارت کے ظاہر کرنے والے عدد ایک ہی ہوتے ہیں۔ اکثر اشیا کی نوعی حرارت میں تپش کی وجہ سے کچھ نہ کچھ فرق ضرور ہو جاتا ہے۔ مثلاً اگر ۲۰° م کی تپش پر پانی کی نوعی حرارت کو اِکائی مان لیں تو ۴۰° پر ۰٫۹۹۸۲ ، ۶۰° پر ۱٫۰۰۰۰ اور ۱۰۰° پر ۱٫۰۰۷۴ پانی کی نوعی حرارتیں ہونگی۔ مگر متعدد حسابات کے لئے پانی کی نوعی حرارت کو ہر تپش کے لئے ایک مان لیا گیا ہے۔

نوعی حرارتیں*

(سلسلۂ تپش کرۂ ہوائی کی معمولی تپش سے لے کر ۱۰۰°م تک ہے۔ بصورت دیگر سلسلۂ تپش بیان کردیا جائیگا)۔

دھات	نوعی حرارت	دھات	نوعی حرارت
الومینم	۰٫۲۱۹	رانگ	۰٫۰۵۵۲
تانبا	۰٫۰۹۳۶	جست	۰٫۰۹۳
لوہا	۰٫۱۱۹	سرتاج شیشہ ۱۰° سے ۵۰°م تک	۰٫۱۶
سیسا	۰٫۰۳۰۵		
نِکل	۰٫۱۰۹	چقماق شیشہ ۱۰° سے ۵۰°م تک	۰٫۱۲
پلاٹینم	۰٫۰۳۲۴	یخ -۲۰° سے -۱°م تک	۰٫۵۰۲

کسی جسم کی گنجائش حرارت یا آبِ مساوی۔

کسی جسم کی گنجائش حرارت یا اُس کا آبِ مساوی حرارت کی وہ مقدار ہے جو اِس جسم کی تپش کو ایک درجہ بڑھانے کے لئے درکار ہو۔ اُس کی تعریف اِس طرح بھی کی جاسکتی ہے کہ یہ پانی کی وہ مقدار ہے جس کو ایک درجہ تپش گرم ہونے کے لئے اُسی قدر حرارت کی ضرورت ہوتی ہے جس قدر کہ خود اُس جسم کو۔ لہذا ۹ پونڈ لوہے کا آبِ مساوی ایک پونڈ اور ۹ گرام لوہے

* نوعی حرارتوں کی مفصل فہرست کے لئے طبعی و کیمیائی مقادیرِ مستقلہ مصنفہ کے (Kaye) اور لیبی (Laby) (لانگمین) ملاحظہ ہو۔

کا ایک گرام ہیں۔

فرض کرو ک = جسم کی کمیتِ مادہ

ن = اس کی نوعی حرارت۔

∴ اس جسم کی گنجائشِ حرارت یا آب مساوی = ک ن۔

جن ظروف کے ذریعہ سے مقدارِ حرارت کی پیمائش کی جاتی ہے ان کو حرارہ پیما کہتے ہیں۔ عموماً حرارہ پیما میں پانی بھرا ہوتا ہے اور اس پانی میں وہ حرارت منتقل کی جاتی ہے جس کی پیمائش مقصود ہوتی ہے۔ اس حرارت کی وجہ سے پانی کی تپش بڑھ جاتی ہے۔ اور حرارہ پیما کی تپش میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔ مگر اس کی تلافی حساب میں حرارہ پیما کے آب مساوی کو مظروف پانی کے وزن میں شمار کرنے سے ہو جاتی ہے۔

تبادلۂ حرارت کا حساب:۔ جب حرارت ایک جسم سے دوسرے جسم میں منتقل ہوتی ہے تو محصلہ تپش کے حساب لگانے کے لئے یہ اول ہی تسلیم کر لیا جاتا ہے کہ اس تبادلہ میں حرارت ذرا بھی ضائع نہیں ہوئی ہے بلکہ سب کی سب گرم جسم سے ٹھنڈے جسم میں منتقل ہو گئی ہے۔ اگر یہ معلوم ہو کہ کچھ حرارت ضائع ہوئی ہے تو اس کا اندازہ لگایا جا سکتا ہے اور اس کو حساب میں بھی شمار کر سکتے ہیں۔ اگر ان گرم اور سرد جسموں کو ا اور ب سے موسوم کریں تو ا سے خارج شدہ حرارت ب میں داخل شدہ حرارت کے برابر ہے۔

تجربہ ۱۵۔ پانی کے آمیزہ کی آخری تپش۔

تانبے کے حرارہ پیما ا میں تھوڑا سا سرد پانی بھر دو اور کسی دوسرے برتن ب میں کچھ پانی گرم کرو۔ پانی بھرے ظرف کے وزن میں سے خالی ظرف کے وزن کو منہا کرنے سے پانی کی کمیتیں ک‌ا اور ک‌ب معلوم ہو جائینگی۔ فرض کرو کہ ا کی ابتدائی تپش ت‌ا اور ب کی ابتدائی تپش ت‌ب ہے۔ اب ب سے ا میں پانی انڈیل لیا جائے

اور تپش کے مستقل ہونے تک پانی متواتر ہلایا جائے۔ اس آخری تپش کا مطالعہ کرو۔ اِس تپش کو ذیل کے طریقہ سے حساب لگاکر بھی دریافت کرسکتے ہیں:۔

ب سے خارج شدہ حرارت = ا میں داخل شدہ حرارت

$$\text{ک}_{\text{ب}} \left(\text{ت}_{\text{ب}} - \text{ت}\right) = \text{ک}_{\text{ا}} \left(\text{ت} - \text{ت}_{\text{ا}}\right)$$

$$\text{ک}_{\text{ب}}\,\text{ت}_{\text{ب}} - \text{ک}_{\text{ب}}\,\text{ت} = \text{ک}_{\text{ا}}\,\text{ت} - \text{ک}_{\text{ا}}\,\text{ت}_{\text{ا}}$$

$$\therefore \text{آخری تپش ت} = \frac{\text{ک}_{\text{ا}}\,\text{ت}_{\text{ا}} + \text{ک}_{\text{ب}}\,\text{ت}_{\text{ب}}}{\text{ک}_{\text{ا}} + \text{ک}_{\text{ب}}} \quad (۱)$$

اِس حساب سے ت کی جو قیمت معلوم ہوئی ہے مشاہدہ شدہ قیمت کے ساتھ اُس کا مقابلہ کرلیا جائے۔ تپشوں کی صحیح تعیین میں جو خطائیں واقع ہوتی ہیں اُن کو، اور ظرف ب میں اُلٹنے کے بعد تھوڑا سا گرم پانی بچ رہنے سے جس خطا کا امکان ہے اُس کو، اگر نظر انداز کردیں تو جو اہم امر قابلِ لحاظ ہے وہ صرف یہی ہے کہ حرارہ پیما ا کی تپش میں اضافہ ہوا ہے۔ اگر حرارہ پیما کے آبِ مساوی کو $\text{ک}_{\text{ا}}$ میں اضافہ کرلیں تو اُس کی تلافی ہوجائیگی۔ حرارہ پیما کا آبِ مساوی اِس کی کمیتِ مادہ $\text{ک}_{\text{ا}}$ اور نوعی حرارت ن کے حاصلِ ضرب کے برابر ہے۔ $\text{ک}_{\text{ا}}\,\text{ن}$ کے اضافہ کرنے سے مساواتِ ذیل حاصل ہوتی ہے:۔

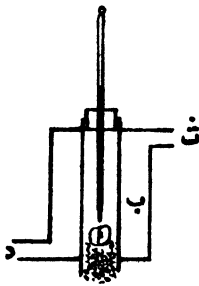
$$\text{ک}_{\text{ب}} \left(\text{ت}_{\text{ب}} - \text{ت}\right) = \left(\text{ک}_{\text{ا}} + \text{ک ن}\right) \left(\text{ت} - \text{ت}\right)$$

$$\therefore \text{ت} = \frac{\left(\text{ک}_{\text{ا}} + \text{ک ن}\right) \text{ت}_{\text{ا}} + \text{ک}_{\text{ب}}\,\text{ت}_{\text{ب}}}{\text{ک}_{\text{ا}} + \text{ک ن} + \text{ک}_{\text{ب}}} \quad (۲)$$

اِسی طرح جو نتیجہ حاصل ہوتا ہے وہ مشاہدہ شدہ قیمت کے عین مطابق ہونا چاہیئے۔

مذکورہ حساب میں تمام کمیتیں گراموں میں یا پونڈوں میں ہونی چاہئیں اور پیمانۂ تپش بھی ایک ہی ہونا چاہیئے۔ اگر حرارہ پیما تانبے کا ہے تو اُس کی نوعی حرارت ن کو ۱ء۰ مان لیا جائے۔

تجربہ عـــ۱۶ـــ۔ آمیزہ کے طریقہ سے کسی ٹھوس شے کی نوعی حرارت:۔ اس تجربہ میں لوہے، تانبے، پیتل، یا کسی اور دھات کے ایک چھوٹے ٹکڑے کو پہلے گرم کرتے ہیں اور پھر اس کو پانی بھرے حرارہ پیما میں ڈبو دیتے ہیں۔ ٹکڑے کو گرم کرنے کی ترکیب شکل عـــ۲۵ـــ میں مشرح ہے۔ ٹکڑے کو دھاگے میں باندھ کر تانبے کی نلی ب میں لٹکا دیتے ہیں جس کے زیریں سرے میں روئی کی ڈاٹ پیشتر ہی سے لگی ہوئی ہے۔ نلی میں بالائی سرے کو بھی ایک ایسی ڈاٹ لگا کر جس میں تپش پیما لگا ہوتا ہے بند کر دیتے ہیں۔ نلی ب کے گرد ایک دوسری اس سے زیادہ کشادہ نلی ہوتی ہے۔ اس میں جوشندہ سے بھاپ ث کے راستہ سے آتی ہے اور د سے باہر نکل جاتی ہے۔

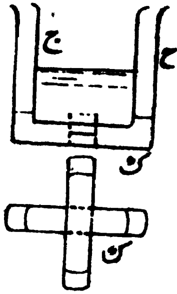


شکل عـــ۲۵ـــ۔ گرم کرنے کی ترکیب

اس قسم کے ظرف کو مسخن بھی کہتے ہیں۔ کچھ منٹوں تک اس ظرف میں بھاپ گزاری جائے تب تپش کا مطالعہ کرنے کے بعد ہی روئی کی ڈاٹ نکال لی جائے اور دھات کا ٹکڑا حرارہ پیما میں اتار دیا جائے۔ ٹکڑے کو اس ترکیب سے گرم کرنے میں خوبی یہ ہے کہ ٹکڑا گرم بھی ہو جاتا ہے اور خشک بھی رہتا ہے اور نیز مسخن سے حرارہ پیما تک اس کو لے جانے میں ہوا سے نہایت کم تماس ہوتا ہے۔

حرارہ پیما شکل عـــ۱۸ـــ میں دکھایا گیا ہے۔ اس میں تانبے کے دو برتن ہیں ج اندرونی اور ح بیرونی اور ان دونوں کے درمیان لکڑی کا ایک صلیب نما ٹکڑا رکھا ہے۔ اس ترکیب کی وجہ سے حرارہ پیما سے بہت کم حرارت ضائع ہوسکیگی۔

جس چیز کی نوعی حرارت معلوم کرنا ہے اُس کو وزن کرو۔اور اندرونی برتن ج کا آبِ مساوی بھی دریافت کر لو۔حرارہ پیما میں جس قدر پانی بھرا ہے اُس کی کمیت بھی معلوم کر لی جائے۔اُس شے کو گرم کرو۔اور جب وہ حرارہ پیما میں منتقل ہونے کے لئے تیار ہو جائے تب سخن اور حرارہ پیما کے پانی کی تپشیں مطالعہ کر لی جائیں۔اب جلدی سے اُس کو حرارہ پیما میں منتقل کر دو اور پانی کی تپش کے قائم ہو جانے تک پانی کو خوب ہلاتے رہو اور مقیم تپش کو پڑھ لو۔



شکل ۲۶۔ حرارہ پیما کی تراشِ عمودی

فرض کرو کہ $ک_{ش}$ = کمیتِ شے

$ک_{پ}$ = ج کے پانی کی کمیت

تب $ک_{ج}\, ن_{ج}$ = حرارہ پیما کا آبِ مساوی

$ت_{ش}$ = دی ہوئی شے کو گرم کرنے پر اُس کی تپش

$ت_{۱}$ = پانی کی ابتدائی تپش۔

$ت_{۲}$ = پانی اور دی ہوئی شے کی آخری تپش۔

ن = دی ہوئی شے کی نوعی حرارت

اگر یہ مان لیں کہ جس قدر حرارت دی ہوئی شے سے خارج ہوئی وہ سب کی سب پانی اور حرارہ پیما میں داخل ہو گئی ہے تو

$$ک_{ش}\,(ت_{ش} - ت_{۲})\, ن = (ک_{پ} + ک_{ج}\, ن_{ج})\,(ت_{۲} - ت_{۱})$$

$$\therefore\; ن = \frac{(ک_{پ} + ک_{ج}\, ن_{ج})\,(ت_{۲} - ت_{۱})}{ک_{ش}\,(ت_{ش} - ت_{۲})}$$

ن کی جو قیمت اِس مساوات سے دریافت ہو اُس کا اور صفحہ ۵۵ والی

فہرست کی قیمت کا موازنہ کرلو۔

تجربہ ۱۶ میں اگر حرارہ پیما اور کمرے کی تپش برابر نہیں ہیں تو تجربہ کے دوران میں ہوائی کرہ سے حرارت یا تو حرارہ پیما میں داخل یا اُس سے خارج ہوگی۔اِس صورت سے حرارت کا حرارہ پیما میں داخل ہونا یا اُس سے خارج ہونا جزءً دور کیا جاسکتا ہے۔اگر حرارہ پیما کے پانی کی ابتدائی تپش اِتنی رکھی جائے کہ کمرے کی تپش پانی کی ابتدائی اور آخری تپشوں کے اوسط کے برابر ہو تو تجربہ کے دوران میں جس قدر حرارت حرارہ پیما سے خارج ہوگی اُسی قدر اُس میں داخل بھی ہوجائیگی۔ مثلاً تجربہ میں ۴° سئی کا اضافہ متوقع ہے اور کمرے کی تپش ۱۵° سئی ہے تو پانی کی ابتدائی تپش ۱۳° سئی ہونی چاہیئے تاکہ حرارہ پیما میں داخل ہونے والی اور خارج ہونے والی حرارتیں قریب قریب برابر ہوں۔

مایع کی نوعی حرارت:۔ اگر مایع کافی مقدار میں دیا ہوا ہے تو تجربہ ۱۶ والے طریقہ سے اُس کی نوعی حرارت دریافت کی جاسکتی ہے۔ حرارہ پیما میں بجائے پانی کے مایع بھرو۔ اور کوئی گرم شے جس کی نوعی حرارت معلوم ہو استعمال کرو۔

تجربہ ۱۷ ـــ آمیزہ کے طریقہ سے مایع کی نوعی حرارت

ـــ دئے ہوئے چرچڑے کے تیل کی نوعی حرارت معلوم کرو۔تجربہ ۱۶ کے طریقہ پر عمل کیا جائے۔فرض کرو $ک_ط$ = گرم شے کی کمیتِ مادہ۔

$ک$ = حرارہ پیما کے مایع کی کمیت

$ک_ج$ $ن_ج$ = حرارہ پیما کا آبِ مساوی

$ت_ط$ = گرم ہونے پر ٹھوس شے کی تپش

$ت_۱$ = مایع کی ابتدائی تپش

$ت_۲$ = مایع اور گرم شے کی آخری تپش

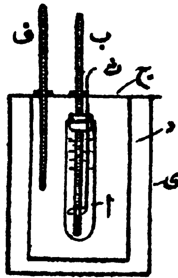
$ن_ط$ = گرم شے کی نوعی حرارت

ن = مایع کی نوعی حرارت

اگر مایع اور حرارہ پیما میں جو حرارت داخل ہوئی ہے = گرم شے سے خارج شدہ حرارت۔ تو $(\text{ک ن} + \text{ک}_{\text{ج}}\,\text{ن}_{\text{ج}})(\text{ت}_{۲} - \text{ت}_{۱}) = \text{ک}_{\text{ط}}(\text{ت}_{\text{ط}} - \text{ت}_{۲})\,\text{ن}_{\text{ط}}$

$$\therefore\ \text{ن} = \frac{\text{ک}_{\text{ط}}\,\text{ن}_{\text{ط}}}{\text{ک}}\left(\frac{\text{ت}_{\text{ط}} - \text{ت}_{۲}}{\text{ت}_{۲} - \text{ت}_{۱}}\right) - \frac{\text{ک}_{\text{ج}}\,\text{ن}_{\text{ج}}}{\text{ک}}$$

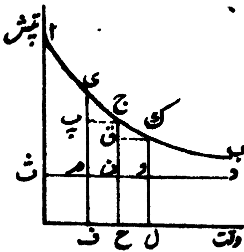
تجربہ ۱۸۔ نیوٹن کا کلیۂ تبرید: ۔ جس آلہ سے مایع کے ٹھنڈا ہونے کے تجربات کئے جاتے ہیں اُس کی تشریح شکل ۲۷ میں کی گئی ہے۔ امتحانی نلی ا میں کچھ مایع بھر کر ایک ایسی ڈاٹ لگا دی جائے جس میں تپش پیما ب کے لئے ایک سوراخ بنا ہے اور نلی میں تپش پیما ب کو اِس طرح لگا دو کہ اُس کا جوف مایع میں ڈوب جائے۔ ش ایک ہلانی ہے جس کے ذریعہ سے مایع کو تپش مطالعہ کرنے سے پیشتر خوب ہلا لیتے ہیں۔ د اور ی دو دھاتی گلاس ایک دُوسرے کے اندر رکھے ہوئے ہیں اور اُن کے درمیان یخ خوب ٹھونس کر بھر دیا ہے۔ اور امتحانی نلی اندرونی گلاس کے اندر معلّق کر دی ہے تاکہ وہ گلاس سے مَس نہ کرے۔ اندرونی گلاس کے اس حصّہ کی تپش جو ہوا سے بھرا ہے تقریباً مستقل رہتی ہے اور اِس کا مطالعہ تپش پیما ف سے کرتے ہیں۔ ج ایک ڈھکن ہے جس کے ذریعہ سے اِن دونوں گلاسوں کو بند کر دیتے ہیں۔ اِس جملہ اہتمام سے یہ مقصد ہے کہ زیرِ آزمائش مایع کے ماحول میں حتی الامکان کچھ تغیر واقع نہ ہو۔



شکل ۲۷ ۔ تجربہ تبرید

کچھ گرم پانی کا حجم ناپ کر امتحانی نلی میں بھر دیا جائے اور مذکورہ

ہدایات کے مطابق آلہ کو مرتب کرلیا جائے۔ تقریباً نصف گھنٹہ تک اندرونی گلاس کے خالی حصہ کی تپش ہر منٹ پر مطالعہ کی جائے۔ پانی کی تپشوں کو فصلہ سے کے ذریعہ اور وقت کو معیّن کے ذریعہ ناپ کر ترسیم ا ب کھینچی جائے۔ اِس ترسیم پر خالی جگہ کی تپش کو ث د کے ذریعہ سے ظاہر کرو (شکل ۲۸)۔



شکل ۲۸ - ترسیم تبرید

ف ح اور ح ل مساوی اوقات منتخب کئے جائیں۔ ی پ پانی کی تپش کے اُس اُتار کو ظاہر کرتا ہے جو وقفہ ف ح میں ہوا ہے اور وقفہ ح ل میں تپش کا اُتار ج ق کے برابر ہے۔

½ (ج ن + ی م) خالی حصّہ اور پانی کی تپش کے اوسط فرق کو ظاہر کرتا ہے جو دورانِ وقفہ ف ح میں ہوا ہے۔ اور وقفہ ح ل میں تپش کا اوسط فرق ½ (ج ن + ک و) کے برابر ہے۔ اِن دونوں وقفوں کے لئے تپش کے اوسط فرق اور تخفیفِ تپش کی نسبتیں معلوم کرلی جائیں یعنی ی پ ÷ ½ (ی م + ج ن) اور ج ق ÷ ½ (ک و + ج ن) کی قیمتیں دریافت کرلی جائیں۔ یہ دونوں نسبتیں آپس میں برابر ہونگی۔ جس سے ظاہر ہے کہ پانی کے ٹھنڈا ہونے کی شرح پانی اور اُس کے ماحول کی تپشوں کے فرق کے متناسب ہے۔

اگر یہ فرض کیا جائے کہ مائع کی تپش کی تخفیف اُس سے خارج شدہ حرارت کے متناسب ہے تو نتیجۂ بالا سے ہم یہ اخذ کرسکتے ہیں کہ ٹھنڈا ہونے والے مائع سے جو مقدارِ حرارت فی اکائی وقت خارج ہوتی ہے وہ متناسب ہے مائع اور اُس کے ماحول کی تپشوں کے تفاوت کے۔ اِسکو نیوٹن کا کلیۂ تبرید کہتے ہیں۔

تجربہ ۱۹ ۔ بذریعہ تبرید مایع کی نوعی حرارت :- تجربہ ۱۸ کو دہراؤ لیکن بجائے پانی کے اُس مایع کے برابر حجم کو استعمال کرو جس کی نوعی حرارت معلوم کرنا ہے۔ جس طریقہ سے پانی کے لئے ترسیم کھینچا تھا اُسی طرح اب اِس مایع کے لئے ترسیم تبرید کھینچو۔ اِن دونوں ترسیموں پر وقت کے ایسے وقفے لے لو جن میں پانی اور مایع تپش کے ایک ہی سلسلہ یعنی $ت_۱$ سے $ت_۲$ تک ٹھنڈے ہوئے ہوں۔ تول کر دونوں مائعات کی کمیت معلوم کرو۔

فرض کرو $م_۱$ = پانی کے سلسلۂ مخصوص تک ٹھنڈا ہونے کا وقت یا وقفہ منٹوں میں۔

$م_۲$ = مایع کے لئے نظیری وقت۔

$ک_۱$ = پانی کی کمیت

$ک_۲$ = پانی کے حجم کے برابر مایع کی کمیت

ن = مایع کی نوعی حرارت

چونکہ دونوں تجربوں میں تپشیں ایک ہی ہیں

$$\text{اِس لئے}\quad \frac{\text{مایع سے خارج شدہ حرارت}}{\text{پانی سے خارج شدہ حرارت}} = \frac{ک_۲\, ن\, (ت_۱ - ت_۲)}{ک_۱\, (ت_۱ - ت_۲)} = \frac{م_۲}{م_۱}$$

$$\therefore\quad ن = \frac{ک_۱\, م_۲}{ک_۲\, م_۱}$$

یہ سمجھ لینا چاہیئے کہ پانی اور مایع کے برابر حجم اِس غرض سے استعمال کئے گئے ہیں کہ امتحانی نلی کا اندرونی رقبہ دونوں صورتوں میں برابر برابر بھیگے۔ یہ احتیاط اور نیز خالی جگہ کی تپش کا مستقل رہنا اِس امر پر دلالت کرتے ہیں کہ دونوں تجربوں میں ماحول کی حالتیں ایک سی رہی ہیں۔



چوتھی فصل کی مشقیں

۱۔ ۱۴۱۴ پونڈ درجہ۔مئی اکائی حرارت کو پونڈ درجہ فیرنہائیٹ اکائی حرارت میں اور نیز حراروں میں تحویل کرو۔

۲۔ ۷۷۸ پونڈ درجہ فیرنہائیٹ اکائی حرارت کو پونڈ درجہ مئی اکائیوں میں اور نیز حراروں میں تحویل کرو۔

۳۔ کسی شے کی نوعی حرارت کی تعریف کرو۔ ایک تانبے کے حرارہ پیما کا وزن ۰٫۴ پونڈ ہے اور اس کے جسم کی نوعی حرارت ۰٫۰۹۴ ہے۔ اس کی تپش کو ۱۵° سے ۵۵° مئی تک بڑھانے کے لئے کس قدر حرارت کی ضرورت ہوگی۔ اس حرارہ پیما کا آب مساوی کتنا ہے۔

۴۔ بھاپ کا جوشدان نرم فولاد کا ہے اس کا وزن ۱۰ ٹن اور نوعی حرارت ۰٫۱۲ ہے اور جوشدان میں ۸ ٹن پانی بھرا ہے۔ یہ تسلیم کرتے ہوئے کہ کچھ بھی حرارت ضائع نہ ہوگی معلوم کرو کہ جوشدان اور اس کے اندر کے پانی کو ۱۵° سے ۱۰۰° مئی تک گرم کرنے کے لئے کس قدر حرارت کی ضرورت ہوگی۔

۵۔ ۱۰° مئی پر ۱۵ گیلن پانی اور ۶۵° مئی پر ۲۰ گیلن پانی ایک ٹب میں ملادئے گئے ہیں۔ یہ فرض کر کے کہ حرارت کا کوئی جزو ضائع نہیں جاتا ہے آمیزہ کی آخری تپش دریافت کرو۔

۶۔ جست کے ایک ٹکڑے کا وزن ۶۵ گرام اور اس کی تپش ۱۰۰° مئی ہے۔ ایک حرارہ پیما میں جس کا آب مساوی ۸٫۵ گرام ہے ۱۵° مئی پر ۳۵۰ گرام پانی بھرا ہے۔ جست کا ٹکڑا اس حرارہ پیما میں ڈال دیا گیا ہے۔ اگر آخری تپش ۱۶٫۵° مئی ہے تو بتلاؤ کہ جست کی نوعی حرارت کتنی ہے۔

۷۔ لوہے کا ۱۰۰ گرام وزنی ٹکڑا ایک ڈودکش میں رکھ دیا ہے جس میں سے گرم گیسیں آرہی ہیں کچھ منٹوں کے بعد اس ٹکڑے کو ایک حرارہ پیما میں

ڈال دیتے ہیں جس میں ۵۰۰ مکعب سمر پانی بھرا ہے اور اِس کی تپش ۱۵° مئی ہے۔ حرارہ پیما کا آب مساوی ۲۴۰ گرام ہے اور آخری مستقل تپش ۲۲٫۵° مئی مطالعہ کی گئی ہے۔ اگر لوہے کی اوسط نوعی حرارت کو ۰٫۱۱ مان لیا جائے تو بتاؤ گیسوں کی تپش کیا ہے۔

۸۔ چیٹر نے کا تیل وزنی ۲۴۰ گرام ایک حرارہ پیما میں بھرا ہے جس کا آب مساوی ۱۲ گرام ہے۔ ابتدائی تپش ۱۴° مئی ہے۔ تانبے کا ۲۷ گرام وزنی ٹکڑا جس کی نوعی حرارت ۰٫۰۹۳ ہے سو درجہ مئی تک گرم کئے جانے کے بعد حرارہ پیما میں ڈال دیا ہے۔ اور آخری مستقل تپش ۱۸٫۲ ہے۔ معلوم کرو کہ تیل کی نوعی حرارت کتنی ہے۔

۹۔ تانبے کے ۲۴ گرام وزنی حرارہ پیما میں ۱۵ گرام پانی بھرا ہے جو تین منٹ میں ۸۰° ف سے ۷۰° ف تک ٹھنڈا ہو گیا ہے۔ اور اُسی حرارہ پیما میں ۱۱۰ ثانیہ میں ۱۴ گرام وزنی کوئی اور دُوسرا مائع اُسی سلسلۂ تپش تک ٹھنڈا ہوتا ہے۔ تانبے کی نوعی حرارت ۰٫۰۹ ہے۔ مائع کی نوعی حرارت معلوم کرو۔

۱۰۔ دھات کے ٹکڑے کی نوعی حرارت معلوم کرنے کا تجربہ بیان کرو۔ اور مستعملہ آلہ کا خاکہ بھی کھینچو۔

۱۱۔ بیان کرو کہ طریقۂ تبرید سے نوعی حرارت کیسے دریافت کرتے ہیں۔ اور اِس طریقہ کے اصول کی تشریح کرو۔ (جامعۂ لندن)

۱۲۔ ا، ب اور ج تین مختلف مائعوں کی برابر کمیتیں لی گئی ہیں اور اِن کی تپشیں ۱۵°، ۲۵°، ۳۵° مئی بالترتیب ہیں۔ ا اور ب کو ملانے پر آمیزہ کی تپش ۲۱° مئی ہوتی ہے اور ب اور ج کو ملانے پر آمیزہ کی تپش ۳۲° مئی ہوتی ہے۔ اگر ا اور ج ملائے جائیں تو آمیزہ کی تپش کیا ہوگی؟

۱۳۔ اگر تانبے اور لوہے کے برابر حجموں کو حرارت کی برابر مقداریں پہنچائی جائیں تو محصلہ تپشوں کے اضافہ کا مقابلہ کرو۔ تانبے کی کثافت ۸٫۹ اور لوہے کی کثافت ۷٫۸ ہے۔ تانبے کی نوعی حرارت ۰٫۰۹۴ اور لوہے کی

نوعی حرارت ۰٫۲۱ ہے۔

۱۴۔ بیان کرو کہ تم حرارہ پیما کا آبِ مساوی تجربہ سے کیسے دریافت کروگے۔ اگر ۹۰° مئی پر سیسے کی ۵۰ گرام گولیاں (نوعی حرارت = ۰٫۰۳۱) ۵۰ گرام مائع میں ڈال دی جائیں جس کی تپش ۲۱ درجہ مئی ہے۔ یہ مائع حرارہ پیما میں بھرا ہے جس کا آبِ مساوی ۵٫۴ ہے۔ اگر آخری تپش ۳۲ درجہ مئی ہے تو معلوم کرو کہ مائع کی نوعی حرارت کتنی ہوگی۔ (جامعۂ مدراس)



پانچویں فصل

نوعیتِ حرارت۔ حرارت کے قدرتی ذرائع

نوعیتِ حرارت ——— اُنیسویں صدی کے آغاز میں حرارت ایک ایسی لچکدار سیّال خیال کی جاتی تھی جو مادّی شئے کی طرح اجسام میں جذب اور اُن سے سلب کی جا سکتی ہے۔ اِس سیّال کا نام کیلورک (caloric) رکھا تھا۔ یہ خیال تجربوں کی شہادت پر مسترد کر دیا گیا ہے جن میں سب سے زیادہ اہم تجربے رمفرڈ[1]، ڈیوی[2] اور جُول[3] کے ہیں۔

کاؤنٹ رمفرڈ نے یہ مشاہدہ کیا کہ توپ میں برمے سے سُوراخ کرنے پر فلزی ریزے گرم ہو جاتے ہیں۔ اُس نے ایک توپ کو پانی کے ٹب میں رکھا اور کُند برمے سے سُوراخ کرنا شروع کر دیا۔ گو بُرادہ بہت کم نکلا لیکن برمے کے چند مرتبہ گردش کھانے پر اس قدر حرارت مہیا ہوئی جو پانی کو جوش دینے کے لئے کافی تھی۔ اگر برمہ زیادہ چلایا جائے تو حرارت بھی زیادہ پیدا ہوگی۔ تجربہ کے متعلقہ اجسام سے جس قدر حرارت نکالی جا سکتی ہے بظاہر اِس کی کوئی حد نہیں اس لئے رمفرڈ نے یہ نتیجہ نکالا کہ حرارت کا مادّی شئے

---

[1] Rumford [2] Davy [3] Joule

ہونا اور اِس کا برمہ کے استعمال کے قبل اجسام میں موجود ہونا ناممکن ہے۔

سر ہمفری ڈیوی نے یخ کے دو ٹکڑوں کو آپس میں رگڑا۔ اور اس بات کی سخت احتیاط کی کہ بیرونی ذرائع سے اُن میں ذرا سی حرارت بھی منتقل نہ ہو سکے۔ رگڑنے پر یخ تھوڑے ہی وقت میں پگھل گئی۔ جس سے یہ نتیجہ نکالا گیا کہ رگڑ سے حرارت پیدا ہو گئی ہے۔

مانچسٹر[1] کے ڈاکٹر جُول نے حرارت کے مادّی شئے نہ ہونے کا نہایت جامع اور مجرب ثبوت دیا۔ ڈیوی اور رمفرڈ کے تجربوں میں زیرِ تجربہ اشیاء کی ہیئتیں بدل گئی تھیں۔ لیکن جُول کے تجربوں میں پانی کو حرکت دیکر حرارت پیدا کی گئی۔ اور تجربہ کی ابعد و ماقبل حالتیں بالکل ایک سی رہیں بجز اس کے کہ پانی کی تپش میں کچھ اضافہ ہو گیا۔

آجکل یہ یقین کیا جاتا ہے کہ حرارت توانائی کی ایک قسم ہے اور کسی جسم میں سالمات کی حرکت کی شکل میں موجود ہوتی ہے۔ گو ٹھوس اشیاء کے سالمات اپنی اضافی وضعیں تبدیل نہیں کرتے بلکہ وہ محض ارتعاشی حالت میں ہوتے ہیں۔ اگر جسم کی تپش بڑھا دی جائے تو اِس ارتعاشی حالت میں زیادتی پیدا ہو جاتی ہے۔ لہٰذا سالمات کی توانائی میں اضافہ ہو جاتا ہے۔

اگر کسی مائع کو گرم کریں تو اُس کے سالمات کی حرکت زیادہ ہو جائیگی۔ اور ساتھ ہی مائع کے ایک حصہ سے دُوسرے حصّہ تک سالمات کی رَوئیں بھی پیدا ہو سکتی ہیں۔

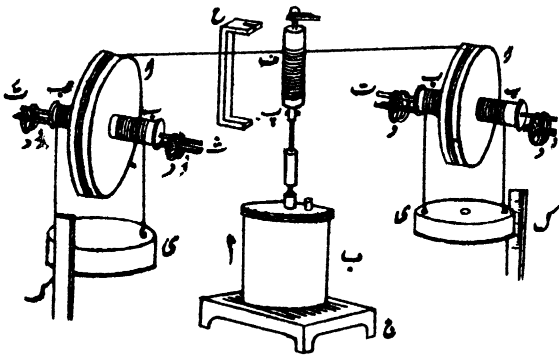
گیسوں میں سالمات تیزی سے متحرک ہوتے ہیں۔ لہٰذا سالمات کا باہم تصادم اور نیز ظرف کی دیواروں سے تصادم ہوتا رہتا ہے۔ ظرف سے جو تصادم ہوتا ہے اس کی وجہ سے ظرف کی دیواروں پر دباؤ پیدا ہوتا ہے۔

[1] Manchester

چونکہ گیس میں منتقل شدہ حرارت سالمات کی رفتار کو تیز کرتی ہے۔ اس لئے اُن کی توانائی بالفعل اور ظرف کے بازوؤں پر کے دباؤ میں اضافہ ہوتا ہے۔

حرارت کا حیلی مُعادل —— حرارت کی توانائی اور دیگر توانائیاں باہمدیگر تبدیل ہو سکتی ہیں۔ بہت سے ایسے عمل ہیں جن کی غایت حرارت کو حیلی کام میں تحویل کرنا ہے۔ چونکہ توانائی نابود نہیں کی جا سکتی (علم حرکت صفحہ ۲۷۹) اس لئے حیلی فعل کی ایک معینہ مقدار، حرارت کی ایک مخصوص مقدار کے معادل ہے۔

متذکرۂ بالا تجربوں سے جُول کا مقصد یہ تھا کہ حیلی فعل کی وہ مقدار دریافت کی جائے جو حرارت کی اکائی کے مساوی ہے۔ شکل ۲۹ میں اس کا مستعمل آلہ دکھایا گیا ہے۔

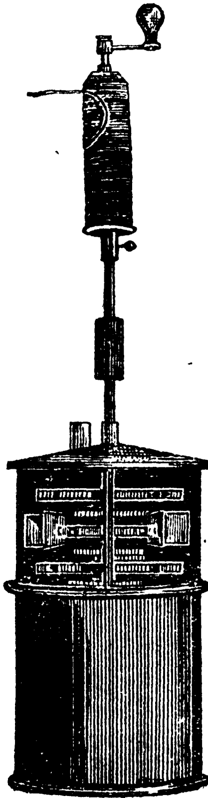


شکل ۲۹

جُول کا آلہ حرارت کے حیلی معادل کے تجربوں کے لئے

ی ی وزن ہیں جن کے گرنے سے ڈانڈ یا پنکھے (حرارہ پیما ا ب میں بھرے ہوئے) پانی کے اندر پھرنے لگتے ہیں۔ شکل ۳۰ میں حرارہ پیما کی علٰحدہ توضیح ہوئی ہے۔ اس

حرارہ پیما میں سُوراخ دار روک تختے نصب ہیں جن کو جا بجا کاٹ کر وسیع درزیں بنا دی گئی ہیں تاکہ اُن میں سے ڈانڈ گذر سکیں ۔ اِن سب کا مطلب یہ ہے کہ پانی بخوبی ہلایا جا سکے ۔



شکل ۳۰

جول کا حرارہ پیما

وزنوں کو ایک خاص فاصلہ تک گراتے ہیں جس کی وجہ سے ڈانڈ اپنے محور ف پر (شکل ۲۹) لپٹی ہوئی رسیوں کے ذریعہ سے گھومتے ہیں ۔ تب پن پ کو نکال لیتے ہیں جس کی وجہ سے محور ف ڈانڈوں سے علیٰحدہ ہو جاتا ہے ۔ ف کے بالائی حصہ کے دستہ کے ذریعہ وزن پھر لپیٹ دئے جاتے ہیں ۔ ذرا غور کرنے پر یہ معلوم ہو جائیگا کہ یہ دو وزن اور مقابل سمتوں میں ف کے گرد لپٹی ہوئی دو رسیوں کی ترتیب' ڈانڈ کے محور پر جفت کا کام دیتی ہے ۔ اِس جُفت کی وجہ سے محض گردشِ محوری پیدا ہوتی ہے ۔

اس تجربہ میں مختلف قسم کی خطاؤں کی تصحیح کرنی پڑی ہے ۔ مثلاً وزن نیچے پہنچنے پر اُن کی توانائی بالفعل کا لحاظ کرنے، مختلف چُولوں کی فرکی مزاحمتیں اور حرارہ پیما کی گنجائش حرارت' وغیرہ ۔

بالآخر یہ نتیجہ نکلا کہ حیلی فعل کے تقریباً ۷۷۲ فٹ ۔ پونڈ ایک برطانوی اکائی حرارت کے مساوی ہیں ۔ امریکہ میں رولینڈ[1] کے اور برطانیہ میں آسبورن رینالڈز[2] اور گریفتھ[3] کے مابعد کے تجربات سے اس معادل کی بالترتیب ۷۷۸ اور

[1] Rowland [2] Osborne Reynolds [3] Griffiths

۸ء ۷۷ صحیح تر قیمتیں دریافت ہوئی ہیں۔ آس بورن رینالڈز کے تجربوں کے مستعملہ آلات بڑے پیمانہ پر ہونے کی وجہ سے دلچسپ ہیں۔ اوون[1] کالج مینچسٹر[2] میں تجربہ خانہ کے دخانی انجنوں سے طاقت پیدا کی گئی اور اس طاقت کو اس مزاحمت سے جذب کیا جو ماقوالی بریک میں پانی کو حرکت دینے سے پیدا ہوتی ہے۔ بریک میں پانی کے گذر کی شرح اور تپش کی ترقی اور نیز بریک یعنی خارج کی جذب کردہ اسپی طاقت پیمائش کر لی گئی تھیں۔ اِن مقدرات کی مدد سے حرارت کا حیلی مُعادل محسوب کر لیا جا سکتا ہے۔ اور احتیاط کے ساتھ خطاؤں کی تصحیح بھی عمل میں لائی گئی۔

آجکل مستند ماہرین ۸ء ۷۷۷ فٹ۔ پونڈ کو ایک ب۔ ح کا مُعادل استعمال کرتے ہیں۔ یہ اعداد حرارت کے **جُولی معادلِ حیلی** کہلاتے ہیں اور یہ مُعادل جُو کے اشارہ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ نظام س۔ گ۔ ث۔ میں جُو کی قیمت حیلی فعل کے ۴ء۱۸ × ۱۰^۷ ارگ کے برابر ہے جو حرارت کی اکائی کے مساوی ہے۔ جُو کی دوسری کارآمد قیمت ۱۴۰۰ فٹ۔ پونڈ ہے اور یہ حیلی فعل ایک مئی اکائی حرارت کا مُعادل ہے یعنی اُس مقدارِ حرارت کے مساوی ہے جو ایک پونڈ پانی کی تپش کو ایک درجہ مئی بڑھانے کے لئے درکار ہو۔

حرحرکیات کا پہلا کلیہ —— حرارت اور حیلی فعل کی باہمی تحویل سے متعلق جو علم ہے اُس کو حرحرکیات کہتے ہیں۔ اس علم کا قانونِ اول اس طرح منضبط کیا جا سکتا ہے:—

حرارت اور حیلی فعل آپس میں تحویل پذیر ہیں۔ کسی ایسے تحویل طلب عمل میں حیلی کام کے ۴ء۱۸ × ۱۰^۷ ارگ ہر حرارہ کے پیدا

---

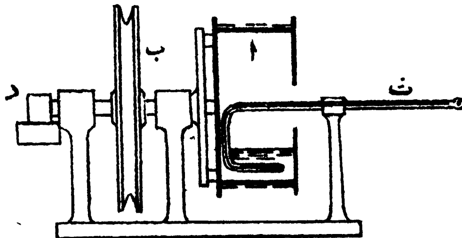
[1] Owen　　[2] Manchester

ہونے پر کالعدم ہوجاتے ہیں۔ یا حیلی فعل کے ۴۱۸۴ × ۱۰^۷ ارگ ہر حرارہ کے ضائع ہونے پر وجود میں آتے ہیں۔

اگر اس قانون کی تعریف برطانوی نظام میں درکار ہو تو قانونِ بالا کے آخری حصّہ میں بجائے ارگ اور حرارہ کے ۱۴۰۰ فٹ۔ پونڈ اور ایک مئی اکائی حرارت کو لکھ لو۔

حرارت کو حیلی فعل میں تحویل کرنے کے جملہ تجربوں میں طلبا کو کثیر تضییع کے لئے تیار رہنا چاہیئے۔ چونکہ یہ نہایت دشوار ہے کہ حرارت کو ایسے دیگر اقسامِ فعل میں جو کسی عملی مقصد کے لئے کارآمد نہ ہوں تبدیل ہونے سے باز رکھا جائے۔ مگر جب حیلی فعل کو حرارت میں تحویل کیا جاتا ہے تو تحویل کسی بڑی تضییع کا باعث نہیں ہوتی اور معمل میں جس قدر تجربے جُول کے حیلی مُعادل کی تعیین کے لئے کئے جاتے ہیں اُن میں بالعموم اسی طریقہ پر عمل کیا جاتا ہے۔

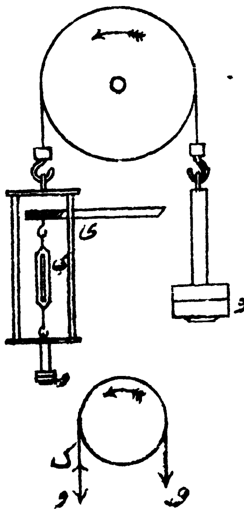
تجربہ ۲۔ کیلنڈر[1] کی مشین کے ذریعہ جُول کے مُعادل کی قیمت ——— معمل میں "جُو" کی قیمت کیلنڈر کے آلہ سے بآسانی دریافت ہوسکتی ہے۔ اِس آلہ کی تشریح شکل ۱۳ میں



شکل ۱۳۔ کیلنڈر کی مشین کا حرارہ پیما

[1] Callendar

کی گئی ہے۔ پیتل کا ایک ڈھول ا ایک دُھری کے سرے سے جوڑا ہے اور اُس کو
چرخی ب پر سے گزری ہوئی پیٹی کے ذریعہ گھمایا جا سکتا ہے۔ پیٹی ایک چھوٹی
برقی موٹر کے ذریعہ سے چلائی جاتی ہے جو شکل ۳۱ میں نہیں دکھائی گئی۔ ڈھول کی
گردشوں کی تعداد معلوم کرنے کے لئے د پر پیمانہ لگایا گیا ہے۔ ڈھول حرارہ پیما کا کام دیتا ہے اور
اِس میں پانی کی ایک معین مقدار بھری ہے۔ ایک خمیدہ تپش پیما ٹ ڈھول
کے سرے کے مرکزی سوراخ میں سے گذر کر پانی میں ڈوبا ہوا ہے۔
تین ریشمی فیتوں کی ایک پٹی ڈھول پر لپیٹی ہوئی ہے۔ اور اُس سے
ڈھول کی بیرونی اسطوانی سطح تقریباً تمام و کمال ڈھک گئی ہے۔ یہ پٹی
بریک کا کام دیتی ہے۔ اِس بریک کے ایک سرے پر ایک بوجھ و لٹکا
ہے اور دوسرے میں ایک پلڑا ی ہے جس میں چھوٹے اوزان
و رکھے جا سکتے ہیں۔ ایک ہلکا کمانی دار کانٹا پلڑے ی کو اُوپر
کی جانب کھینچتا ہے۔ اِس کے ذریعہ سے بریک کے بوجھ کو نہایت
خوبی سے مطالعہ کر سکتے ہیں۔ اور
اس کی وجہ سے رفتار میں بھی استقلال
پیدا ہو جاتا ہے۔



شکل ۳۲
کیلنڈر کی مشین کا بریک

جس قدر فعل کیا جاتا ہے وہ اِس
ڈھول پر رگڑ کھانے والے ریشمی
بریک کی فرکی مزاحمتوں کے بالمقابل
کیا جاتا ہے اور یہ فعل حرارت میں
تحویل ہو جاتا ہے۔ حرارت ریشم کے
باہر مشکل سے آتی ہے، اس لئے
دھاتی ڈھول میں سے گزر کر پانی میں
بآسانی چلی جاتی ہے۔ یہ تجربہ ایسے
پانی سے شروع کیا جاتا ہے جس کی
ابتدائی تپش کمرہ کی تپش کے برابر ہو۔

اور ڈھول کو اتنی گردش دی جاتی ہے جو پانی کی تپش کو تقریباً ۵ یا ۶ درجہ مئی بڑھا دے۔

جو فعل بریک کی مزاحمت کے مقابل کیا گیا ہے اس کا حساب مندرجہ ذیل طریقہ پر کیا جاسکتا ہے: بوجھ و اور کمانی دار کانٹے کی کھینچ ک ہردو ڈھول کی حرکت میں مزاحم ہوتے ہیں۔ لیکن وزن و معاون گردش ہے۔ ہر گردش کی حاصل مزاحمت (و + ک ۔ و) ہے اور یہ مزاحمت ہر ایک گردش میں ڈھول کے محیط کے مساوی فاصلہ میں مغلوب ہوجاتی ہے۔ اگر ڈھول کا قطر د ہے اور اگر وہ گ گردشیں کرتا ہے تو مجموعی فعل

(و + ک ۔ و) π د گ

نتائج کے بالتشریح اخذ کرنے کی غرض سے کیلنڈر کی مشین کے ایک تجربہ کی روئداد مفصلہ ذیل ہے اور اس میں تصحیمات متعلقۂ تبرید کا خاص طور سے ذکر کیا گیا ہے۔ اور یہ اکثر حرارتی پیمائشوں میں استعمال کی جاتی ہیں۔

کیلنڈر کی مشین سے حرارت کے حیلِ مساوی کی دریافت

ڈھول کا قطر د .... ۱۵،۲ سمر

بریک کا بوجھ و .... ۴۰۰۰ گرام وزن

کمانی دار کانٹے پر وزن و .... ۳۰۰ گرام وزن

کمانی دار کانٹے کی کھینچ ک .... ۳۰ گرام وزن

ابتدائی مطالعۂ نمایندہ ۶۲۴۴۰

آخری مطالعۂ نمایندہ ۶۳۳۳۵

دورانِ آزمائش جملہ گردشیں گ ۸۹۵

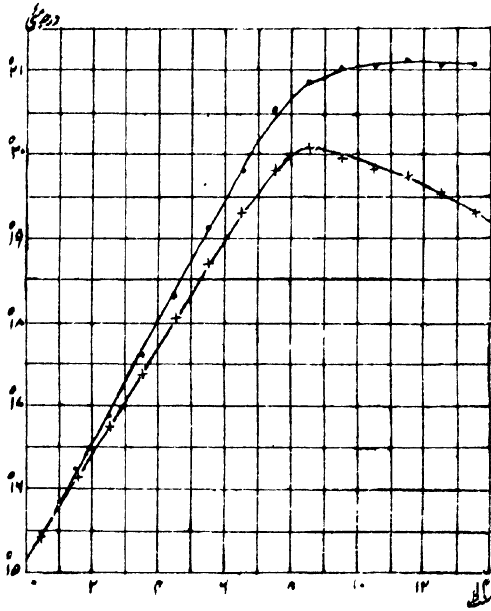
مستعملہ پانی کی کمیت کپ .... ۵۰۰ گرام

حرارہ پیما کا آب مساوی کپ .... ۳۸۲،۶۵ گرام

وقت منٹ	مرصودہ تپش مئی	دوران وقفہ اوسط تپش مئی	ترسیم شکل ۳۴ سے شرح تبرید - درجہ مئی فی منٹ	اوسط تپش میں اضافہ کرنے کے لئے تصحیح	مصححہ اوسط تپش مئی
۰	۱۵٫۱				
۱	۱۵٫۸	۱۵٫۴۵	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۵	۱۵٫۴۶۵
۲	۱۶٫۵	۱۶٫۱۵	۰٫۰۳۵	۰٫۰۱۵ + ۰٫۰۳۵ = ۰٫۰۵	۱۶٫۲
۳	۱۷٫۱	۱۶٫۸	۰٫۰۶	۰٫۰۵ + ۰٫۰۶ = ۰٫۱۱	۱۶٫۹۱
۴	۱۷٫۷	۱۷٫۴	۰٫۰۸	۰٫۱۱ + ۰٫۰۸ = ۰٫۱۹	۱۷٫۵۹
۵	۱۸٫۴	۱۸٫۰۵	۰٫۱	۰٫۱۹ + ۰٫۱ = ۰٫۲۹	۱۸٫۳۴
۶	۱۹٫۰	۱۸٫۷	۰٫۱۲	۰٫۲۹ + ۰٫۱۲ = ۰٫۴۱	۱۹٫۱۱
۷	۱۹٫۶	۱۹٫۳	۰٫۱۴	۰٫۴۱ + ۰٫۱۴ = ۰٫۵۵	۱۹٫۸۵
۸	۲۰٫۰۴	۱۹٫۸۲	۰٫۱۶	۰٫۵۵ + ۰٫۱۶ = ۰٫۷۱	۲۰٫۵۳
۹	۲۰٫۰۶	۲۰٫۰۵	۰٫۱۶۵	۰٫۷۱ + ۰٫۱۶۵ = ۰٫۸۷۵	۲۰٫۹۲۵
۱۰	۱۹٫۹	۱۹٫۹۸	۰٫۱۶۲	۰٫۸۷۵ + ۰٫۱۶۲ = ۱٫۰۳۷	۲۱٫۰۱۷
۱۱	۱۹٫۸	۱۹٫۸۵	۰٫۱۶	۱٫۰۳۷ + ۰٫۱۶ = ۱٫۱۹۷	۲۱٫۰۴۷
۱۲	۱۹٫۷	۱۹٫۷۵	۰٫۱۵۵	۱٫۱۹۷ + ۰٫۱۵۵ = ۱٫۳۵۲	۲۱٫۱۲
۱۳	۱۹٫۴	۱۹٫۵۵	۰٫۱۵	۱٫۳۵۲ + ۰٫۱۵ = ۱٫۵۰۲	۲۱٫۰۵۲
۱۴	۱۹٫۲	۱۹٫۳	۰٫۱۴	۱٫۵۰۲ + ۰٫۱۴ = ۱٫۶۴۲	۲۱٫۰۸۲

مشین ۸ منٹ چلا کر روک دی گئی - تپش ۱۴ منٹ تک ہر منٹ پر مطالعہ کی گئی - خانہ جات نمبر (۱) و نمبر (۲) ان مطالعات کو ظاہر کرتے ہیں - خانہ نمبر ۳ ہر ایک منٹ کی اوسط تپش دکھاتا ہے - اوسط تپشیں اور اوقات کو ثبت کرنے سے (شکل ۳۳) ترسیم پائین حاصل ہوئی ہے - مشین روک دینے کے بعد کا تبریدی اثر اس ترسیم میں خمیدہ خط سے

دکھایا گیا ہے۔ اِس ترسیم کے ذریعہ سے دَورانِ تجربہ کی تبرید



شکل ۳۳

کیلنڈر کی مشین سے تجربہ کی ترسیم

تصحیحین مفصلہ ذیل ہیں :۔

۱۱ منٹ پر اوسط تپش = ۱۹٫۷۶° م

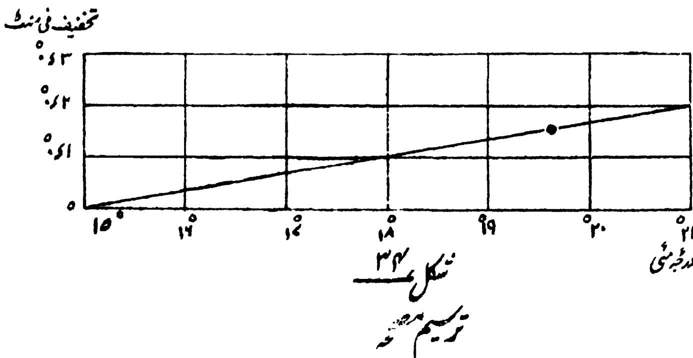
۱۳ منٹ پر اوسط تپش = ۱۹٫۴۵° م

۲ منٹ میں تخفیف = ۰٫۳۱° م

فی منٹ تخفیف = ۰٫۱۵۵° م

دَورانِ تخفیف اوسط تپش = $\frac{۱۹٫۷۶ + ۱۹٫۴۵}{۲}$ = ۱۹٫۶° م

ایک ترسیم کھینچو (شکل ۳۴) جس میں فصلہ یا مقطوعہ اوسط تپشوں کو اور



شکل ۳۴

ترسیم مصححہ

معین فی منٹ تخفیف تپش کو ظاہر کرتے ہیں۔ ۰٫۱۵۵ م رکی فی منٹ تخفیف ۱۹٫۶ م پر ثبت کی گئی ہے دوسری تپش ۱٫۵ م (تپش کمرہ) جو خطِ محوری و ک پر ہے ان دونوں نقطوں کو ملا کر ایک خطِ مستقیم کھینچو۔ اِس تپش پر شرحِ تبرید صفر ہوگی۔ شکل ۳۴ میں دکھائی ہوئی کسی اوسط تپش پر شرحِ تبرید شکل ۳۴ سے حاصل ہو سکتی ہے۔ جیسا کہ ۱۵٫۴۵ مئی اوسط تپش پر شرحِ تبرید ۰٫۰۱۵ م فی منٹ ہے لہذا اول منٹ کے وقفہ کے لئے مصحح اوسط تپش ۱۵٫۴۵ + ۰٫۰۱۵ یعنی ۱۵٫۴۶۵ م ہے۔ ۱۶٫۱۵ مئی اوسط تپش پر شرحِ تبرید ۰٫۰۳۵ مئی فی منٹ ہے، اور چونکہ تجربہ دو منٹ تک جاری رہا ہے اس لئے وقفۂ اول کے لئے تصحیح اضافہ کر لی جائے۔ لہذا جملہ تصحیح ۰٫۰۱۵ + ۰٫۰۳۵ یعنی ۰٫۰۵ مئی کے برابر ہوگی دوسرے منٹ کے وقفہ کے لئے مصحح اوسط تپش ۱۶٫۱۵ + ۰٫۰۵ یعنی ۱۶٫۲ مئی ہے۔ شکل ۳۴ سے جو تبریدی شرحیں حاصل ہوئی ہیں وہ خانہ ۴ میں درج ہیں۔ خانہ ۵ میں وہ تصحیحات درج ہیں جو عائد کی جائینگی۔ اور آخری خانہ میں مصحح اوسط تپشیں لکھی گئی ہیں۔

بالائی ترسیم (شکل ۳۳) مصحح اوسط تپشوں کو ظاہر کرتی ہے۔ یعنی اُن تپشوں کو بتاتی ہے جو تجربوں سے ایسی صورت میں دریافت ہوتیں جب کہ دورانِ تجربہ آلہ سے حرارت منتشر نہ ہوتی۔ آخری مصحح تپش تقریباً ۲۱ء۱° سئی ہے۔ ابتدائی تپش ۱۵ء۱° سئی ہے اِس لئے تپش میں اضافہ ۶ درجہ سئی ہُوا ہے۔

پس ذرک کے مقابل کا فعل = (م - و + ک) ۲ ذرگ ج ارگ
اگر تپش میں بیشی ت ہوئی ہے تو پیدا شدہ حرارت = (ک۱ + ک۲) ت حرارے

∴ جو = (م - و + ک) ۲ ذگ / (ک۱ + ک۲) ت ج

= ۹۸۱ × ۸۹۵ × ۱۵٫۲ × ۲۲ × ۴٫۳۰ / ۶ × ۶۳۲٫۶۵ × ۷

= ۴٫۱۲ × ۱۰^۷ ارگ

حرارت کے قدرتی ذرائع —— حرارت چونکہ توانائی ہے اس لئے اُس کی جدید تکوین نہیں کی جاسکتی۔ کُل حرارت قدرتی مخازن سے حاصل کی جاتی ہے یا اُن طریقوں سے جن کے عمل کا انحصار حرارت کے قدرتی ذخائر پر ہے۔ حرارت کا بدیہی قدرتی ذخیرہ سُورج ہے۔ آجکل امریکہ و مصر میں سُورج کی حرارت محدود حیلی فعل کے پیدا کرنے کے لئے راست استعمال میں لائی جاتی ہے۔ پانی بھری نلکیوں پر سورج کی شعاعیں لمبے مکافی آئینوں کے ذریعہ سے مرتکز کی جاتی ہیں۔ یہ نلی بھاپی جوشدان کا کام کرتی ہے جو بھاپ اِس سے بنتی ہے وہ کسی انجن میں پہنچائی جاتی ہے۔ پہاڑی علاقہ میں جو جھیلیں اونچائی پر ہوتی ہیں اُن کے پانی میں جس قدر ممکن الحصول توانائی ہوتی ہے اُس کے لئے سورج کی شعاعیں ہی بالواسطہ ذمہ دار ہیں۔ یہ پانی بادلوں سے آتا ہے اور پانی سورج کی حرارت سے بخارہ بن کر اُڑتا ہے اور بادل بن کر برستا ہے۔

ہوا کی کثیر کمیتوں کا سورج کے ذریعہ سے غیر مساوی گرم ہونا بادِ تند کا موجب ہے۔ اس ہوا کی توانائی سے ہوائی چکیاں چلائی جاتی ہیں۔

آج کل سنٹرل ٹسکنی[لہ] میں کوہِ آتش فشاں کی حرارت سے طاقت پیدا کی جاتی ہے۔ زمین کے روزنوں میں سے نہایت گرم بھاپ کے چشمے بکمال قوت نکلتے ہیں۔ یہ بھاپ بجائے کوئلہ کے بھاپی جوش دان میں پانی گرم کرنے کے لئے استعمال میں لاتے ہیں۔ جو بھاپ جوش دانوں میں بنتی ہے اُس سے بھاپی ٹربائین چلائے جاتے ہیں۔ یہ برقی کلوں کے لئے طاقتِ محرکہ بہم پہنچاتے ہیں سنہ ۱۹۱۶ء میں اس اصول پر تین بڑے کارخانے چلائے جاتے تھے۔

حرارت کے تجارتی بڑے ذخیرے ایندھن ہیں۔ ایندھن اُس شے کو کہتے ہیں جس کی کیمیائی ترکیب کرۂ ہوائی آکسیجن سے بآسانی ہو سکے اور اُس سے حرارت یا روشنی یعنے (احتراق) پیدا ہو اور یہ شے کافی مقدار میں دستیاب ہو تاکہ اس سے تجارتی طریقہ پر کام لیا جا سکے۔

ٹھوس ایندھن ———— ان دنوں معدنی کوئلہ کا استعمال بہت زیادہ ہوتا جارہا ہے۔ معدنی کوئلہ اُس نباتی مادّہ پر مشتمل ہے جو معدنی ہوگیا ہے، اس لئے اس کا مبداء بھی سورج کی حرارت اور روشنی ہی ہے۔ جو نباتی مادّہ قدیم زمانہ میں دفن ہوگیا تھا اُس میں بتدریج تغیر ہوکر تکثیف اور معدنیت پیدا ہوگئی ہے۔ اس طرح پر وہ نباتی مادّہ کوئلہ کی شکل میں تبدیل ہوتا رہتا ہے۔ یا تبدیل ہوگیا ہے۔ پہلے وہ لگنائٹ (Lignite) (نہایت ادنیٰ درجہ کا کوئلہ) بنتا ہے لیکن انتھراسائیٹ مکمل ترین معدنی شدہ کوئلہ ہے اور اس کا جزوِ اعظم کاربن (Carbon) ہے۔ بطومنی کوئلہ ساخت کے لحاظ سے ان دونوں کے درمیان ہے۔

لہ Tuscany

اور اِس میں زیادہ تر ہیڈروجن اور کاربن کے طیران پذیر مرکبات موجود ہیں جو ہیڈروکاربن کہلاتے ہیں۔ یورپ میں ۴۰۰،۰۰۰،۰۰۰ ٹن سے زائد کوئلہ ہر سال کانوں سے نکالا جاتا ہے۔ اور یہ اندازہ کیا گیا ہے کہ تقریباً ۲۵۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ ٹن ابھی تک وہاں کی کانوں میں باقی ہے۔ ہر سال کوئلہ کا خرچ نہایت تیزی سے بڑھتا جارہا ہے۔

اگر ایک پونڈ عمدہ کوئلہ کو پوری طرح سے جلائیں تو تقریباً ۸۰۰۰ ہئی اکائی حرارت پیدا ہوگی۔ اِس عدد کو کوئلہ کی **حرارتی قیمت** کہتے ہیں۔

کوک بھی ایک قسم کا ایندھن ہے۔ اگر پتھر کے کوئلہ کو منہ بند قرع انبیق میں کشید کیا جائے تو طیران پذیر اجزاء اُڑجائیں گے اور کوک باقی رہ جائیگا۔ اِس میں راکھ اور کاربن شامل ہوتے ہیں۔ کوئلہ میں راکھ ناقابلِ استعمال فضلہ ہے۔ اگر لکڑی کو آہستہ آہستہ گرم کریں تو اس میں سے نمی اور طیران پذیر مادے اُڑ جائینگے اور تقریباً خالص کاربن باقی رہ جائیگا۔ اِس طریقہ سے معمولی کوئلہ بنایا جاتا ہے۔ **پیٹ** دلدلوں میں مقابلتہً حال ہی کا نباتی پسماندہ ہے۔

مائعی ایندھن ۱۔ کچا پٹرولیئم ۲۔ پرافینی تیل۔ یہ معدنی تیل ایندھن کے لئے حاصل کئے جاتے ہیں۔ دونوں ہائیڈروکاربنز کے مختلف آمیزے ہیں۔

کچا پٹرولیئم بعض جگہ زمین کے طبقوں میں کوئیں کھودنے سے ملتا ہے۔ بیشتر پٹرولیئم ریاست ہائے متحدہ امریکہ و رُوس سے آتا ہے۔ کچے تیل کو جو کنووں سے نکلتا ہے کشید کرکے صاف کرتے ہیں اور اِس سے گیسولین (Gasoline) جلانے کا تیل، گیس بنانے والے تیل اور دوسری چیزیں نکالی جاتی ہیں۔ ہلکا گیسولین تیل موٹروں کے چلانے میں استعمال کیا جاتا ہے۔ بھاری جلانے کا تیل مشینوں میں دیا جاتا ہے۔ کچے تیل کو ایندھن کے طور پر بھی

استعمال کرتے ہیں۔ ہلکے اور بھاری تیل کی حرارتی قیمتیں تقریباً ۱۸۰۰۰ سے لے کر ۱۲۵۰۰ تک دریافت ہوئی ہیں، ان اعداد سے مطلب مئی اکائی حرارت فی پونڈ تیل ہے۔ ابھی تک معلوم نہ ہو سکا کہ دنیا میں پٹرولیم کی مقدار کتنی ہے۔ خرچ کثیر ہے (تقریباً ۶۰۰۰۰۰۰ ٹن فی سال) اور یہ بھی روز افزوں ہے۔ بِٹومنی شیل اور بوگ ہیڈ[۵] کوئلہ کو کشید کرنے سے پرافینی تیل بناتے ہیں۔

گیسی ایندھن ــــــ بِٹومنی کوئلہ کو مُنہ بند قرع انبیق میں گرم کرنے سے معمولی تنویری گیس بناتے ہیں۔ اس عمل میں کوک ایک ضمنی حاصل ہوتا ہے۔ قرع انبیق سے جو گیس اُڑتی ہے اس کو صاف کرنے کے بعد روشنی اور گرمی کے لئے کام میں لاتے ہیں۔ حجم کے لحاظ سے گیس میں تقریباً ۵۰ فیصدی ہیڈروجن ہوتی ہے اور باقی ماندہ حجم میں مختلف قسم کے ہیڈروکاربن اور کاربن مان آکسائیڈ ہوتے ہیں۔ ایک ٹن معدنی کوئلہ سے تقریباً دس ہزار مکعب فٹ گیس حاصل ہوتی ہے۔ فی مکعب فٹ گیس کی اوسط حرارتی قیمت تقریباً ۵۰۰ مئی اکائی حرارت ہے۔

طاقت کے لئے مختلف قسم کی گیسیں بڑے پیمانہ پر تیار کیجاتی ہیں۔ ان میں سے ڈوسن گیس[۱] قابل ذکر ہے جو ہوا اور بیش گرم بھاپ کے آمیزہ کو دہکتے ہوئے انتھرسیائیٹ یا کوک پر گزارنے سے بنائی جاتی ہے۔ اس گیس کی ترکیب بلحاظ حجم تقریباً یہ ہے: ہیڈروجن ۱۹ فیصدی، کاربن مان آکسائیڈ ۲۵ فیصدی، نائیٹروجن ۴۹ فیصدی۔ فی مکعب فٹ گیس کی حرارتی قیمت تقریباً ۹۰ مئی اکائی حرارت ہے۔ مانڈ گیس[۲] ایک دوسری طاقتی گیس ہے۔ اس کے بنانے کا طریقہ یہ ہے کہ بِٹومنی کوئلے کے ٹکڑوں کو مدھم سُرخ حرارت پر جلایا

---

۱ Dowson gas ۲ Mond gas ۵ Boghead

جاتا ہے اور اس کے اوپر سے ۶۰ مئی تپش کی بھاپ سے سیر شدہ ہوا دھونکی جاتی ہے۔ اس کی ترکیب بلحاظ حجم اندازاً یہ ہے:- ہیڈروجن ۲۸ فیصدی، کاربن مان آکسائیڈ ۱۲ فیصدی، کاربن ڈائی آکسائیڈ ۱۵ فیصدی، نائیٹروجن ۴۲ فیصدی۔ اس کی حرارتی قیمت قریب قریب ڈوسن گیس کے برابر ہے۔

بعض مقامات میں زمین کے طبقوں میں سوراخ کر کے قدرتی گیس نکالتے ہیں۔ امریکن (پٹسبرگ[1]) قدرتی گیس کی فی مکعب فٹ حراراتی قیمت تقریباً ۵۵۰ مئی اکائی حرارت ہے۔ اس گیس کی مقدار روز افزوں ہے۔

کاربن کا احتراق — اگر کاربن کو پورے طور پر جلایا جائے تو کاربن ڈائی آکسائیڈ بن جاتی ہے۔ فی پونڈ کاربن جلائے جانے پر تقریباً ۸۰۴۰ مئی اکائی حرارت خارج ہوتی ہے۔ نظری طور سے ۱۲ پونڈ، حجمی ۱۵۰ مکعب فٹ ہوا مہیا کی جانی چاہیئے لیکن عملاً ۱۸ سے لے کر ۲۴ پونڈ تک ہوا کی ضرورت ہوتی ہے۔ اگر آکسیجن کی مقدار کو محدود رکھا جائے تو کاربن ناکمل طور پر جل کر کاربن مان آکسائیڈ بن جاتی ہے۔ اس عمل میں ایک پونڈ کاربن سے تقریباً ۲۴۲۰ مئی اکائی حرارت نکلتی ہے۔ کاربن مان آکسائیڈ احتراق پذیر ہے۔ اور یہ مکمل طور سے جلنے پر کاربن ڈائی آکسائیڈ بن جاتی ہے۔ فی پونڈ گیس سے تقریباً ۵۶۰۰ مئی اکائی حرارت حاصل ہوتی ہے۔

ہیڈروجن کا احتراق — ہیڈروجن کے جلنے سے پانی کے بخارات بنتے ہیں۔ فی پونڈ ہیڈروجن سے تقریباً ۳۴۵۰۰ مئی اکائی حرارت نکلتی ہے۔ ایک پونڈ ہیڈروجن کے لیئے ۳۵ پونڈ ہوا۔ حجمی تقریباً ۴۵۰ مکعب فٹ درکار ہوتی ہے۔

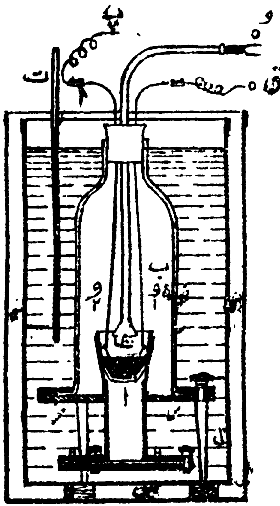
ہیڈروجن و دیگر احتراق پذیر گیسوں اور بخارات کا ہوا سے موزوں تناسب سے آمیزہ کرنے پر نہایت پرزور دھما کا پیدا کیا جا سکتا ہے۔ کاربن آہستہ آہستہ جلتا ہے۔ اگر کاربن کو باریک پیس لیا جائے

[1] Pittsburg

اور آکسیجن میں غبار کی طرح مخلوط کر دیا جائے تو دھماکا پیدا ہوگا۔

اب ایندھن کی حرارتی قیمتوں کے دریافت کرنے کے عملی طریقے بیان کئے جاتے ہیں۔

معدنی کوئلہ کی حرارتی قیمت:۔ جو حرارت معدنی کوئلہ کے جلانے سے پیدا ہوتی ہے اُس کو ڈارلنگ[1] حرارہ پیما میں پانی کی ایک معیّن مقدار میں منتقل کرتے ہیں۔یہ آلہ شکل ۳۵ میں دکھایا گیا ہے۔کوئلہ کو اول خوب پیس لیتے ہیں اور خشک کرنے کی غرض سے اُس کو تنور میں رکھ دیتے ہیں جس کی تپش سو درجہ مئی ہے۔ کٹھالی ت میں ایک گرام کوئلہ لے لیا جاتا ہے۔کٹھالی کو نلی ۲ کے اُوپر ایک چمٹی کے ذریعہ سے پکڑے رہتے ہیں۔ کٹھالی کے اُوپر شیشہ کا پیالا ب رکھ دیا جاتا ہے اور پیالے کو پلیٹ ر سے جکڑ دیا ہے۔اِس پیالے میں نلی و کے ذریعہ سے آکسیجن کی ہلکی دھار پہنچائی جاتی ہے۔ پیالہ نما گلاس کی ڈاٹ کے اندر دو تار و۱، و۲ لگے ہیں اور اِن کے زیریں سروں کو باریک آہنی تار سے جوڑ دیا ہے۔یہ آہنی تار لپٹے ہوئے کوئلہ سے ملا ہوا ہے۔اگر تار میں برقی رو گزاری جائے تو کوئلہ گرم ہوکر دہکنے لگتا ہے۔(عموماً لوہے کا کچھ حصّہ جل جاتا ہے) تھوڑی دیر میں سب کوئلہ جل جاتا ہے۔ظرف س میں پیمائش شدہ پانی کی مقدار ہے جس کی تپش کو



شکل ۳۵
کوئلہ اور ٹھوس ایندھنوں کی حرارتی قیمت دریافت کرنے کا ڈارلنگ حرارہ پیما۔

---

[1] Darling

تپش پیمات سے مطالعہ کرتے ہیں۔

اِس طرح سے آکسیجن کے کمرہ میں احتراق عمل میں آتا ہے۔ اور اِس سے جو مرکبات پیدا ہوتے ہیں وہ ۲ میں ہوکر نیچے چلے جاتے ہیں۔اور کثیر سُوراخوں کے ذریعہ سے نکل کر پانی میں پہنچ جاتے ہیں۔ گیس کے بُلبلے جو پانی میں نیچے بنتے ہیں اُوپر اُٹھتے وقت اپنی حرارت کو پانی میں منتقل کردیتے ہیں۔

فرض کرو ق = حراروں میں فی گرام کوئلہ کی حرارتی قیمت۔

ک = مستعملہ پانی کی کمیت گراموں میں۔

$ک_۱$ = گراموں میں آلہ کا آب مساوی۔

$ک_۲$ = گراموں میں مستعملہ کوئلہ کی کمیت۔

$ت_۱$ = پانی کی ابتدائی تپش ش میں۔

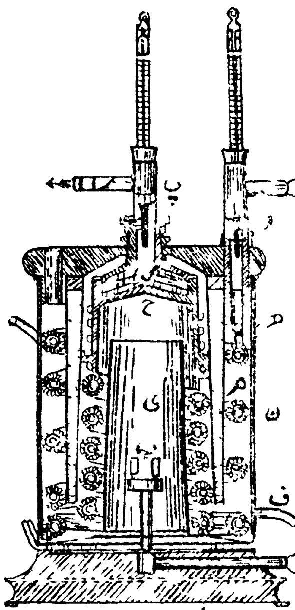
$ت_۲$ = پانی کی آخری تپش ش میں۔

$$پس\ ق = \frac{(ک + ک_۱)(ت_۲ - ت_۱)}{ک_۲}$$

گیسی ایندھنوں کی قیمتِ حرارت ــــ مذکورۂ بالا ڈارلنگ[1] قسم کے حرارہ پیماؤں میں پانی کی معین مقدار استعمال کی جاتی ہے۔ اور حرارہ پیما کی تپش تجربے کے ساتھ ساتھ بڑھتی ہے۔گیسی ایندھن کی آزمائش میں ایسے حرارہ پیما استعمال کئے جاتے ہیں جن میں گیس کے جلنے سے جو حرارت پیدا ہوتی ہے پانی میں منتقل کی جاتی ہے۔ یہ پانی آلہ کے اندر چکر کھاتا رہتا ہے۔ پانی کی روانی اور گیس کی روانی (مشعل تک کے) دونوں کو جہاں تک ممکن ہو مستقل رکھنے کے لئے انتظام کیا جاتا ہے۔ اِس لئے تجربے کے تمام وقت میں تپش یکساں رہتی ہے۔ پروفیسر سی۔ وی۔ بوائز[2] کا مرتبہ حرارہ پیما شکل عـــ۳۶ـــ میں تشریح

[1] Darling [2] C. V. Boys

کے ساتھ دکھایا ہے اور یہ مذکورہ حرارہ پیما کا ایک نمونہ ہے۔



شکل ۳۶
گیس کی حراری قیمت دریافت کرنے کے لئے سی۔ دی۔ بوائز کے حرارہ پیما کی تراشش عمودی

گیس ب ٹونٹیوں پر جلتی ہے۔ محاصل احتراق اوپر اٹھ کر پیالہ ح میں چلے جاتے ہیں اور پھر نیچے سے ہو کر ی میں داخل ہوتے ہیں۔ ی میں موٹر کار کی اشعاعی نلی کا بنا ہوا پائپ دار لچھا ہر ہے۔ گردش کرتا ہوا پانی پائپ ا ور لچھے و میں داخل ہوتا ہے جہاں اس کی تپش ظاہر کی جاتی ہے۔ پھر یہ بیرونی لچھے ن میں سے گزر کر اندرونی لچھے م میں داخل ہوتا ہے۔ م سے خارج ہونے کے بعد پانی ک میں چلا جاتا ہے۔ جہاں پر پ سے خارج ہونے سے قبل پانی کو خوب ملا لیا جاتا ہے اور تب اس کی تپش مطالعہ کی جاتی ہے۔ اس آلہ کو ایک صحیح گیس پیما کے ساتھ استعمال کرتے ہیں۔ حرارہ پیما میں جس قدر پانی تجربہ کے دوران میں گذرتا ہے اس کی مقدار کو پیمانہ میں بھر کر ناپ لیتے ہیں۔ اس مقدار و نیز زیادتی تپش کے ذریعہ سے پیمائش شدہ گیس کے جلنے سے جو حرارت پیدا ہوئی ہے دریافت کر سکتے ہیں۔

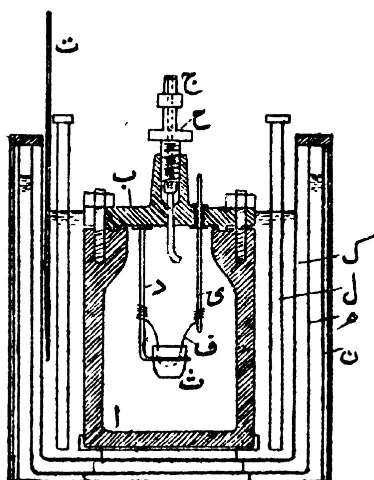
برتھیلو۔ماہلر[1] والا حرارہ پیما یا بمب ــــ یہ حرارہ پیما کی ابتدائی صورت ہے۔ آجکل بہت سے مختلف نمونے رائج ہیں۔ ان میں سے ایک شکل ۳۷ میں دکھایا گیا ہے۔ اس سے ٹھوس اور مائع ایندھن دونوں کی آزمائش کی جا سکتی ہے۔ اور چونکہ اس آلہ میں احتراق پورے طور سے ہوتا ہے اس وجہ سے عمدہ نتائج برآمد ہوتے ہیں۔ اس آلہ کا وہی اصول ہے جو ڈارلنگ[2] حرارہ پیما کا۔ صرف فرق اتنا ہے کہ اس میں احتراق آکسیجن کے نہایت ہی کثیف کرہ میں

---

[1] Berthelot Mahler [2] Darling

ہوتا ہے۔

۲ ایک بمب ہے۔ یہ ایک مضبوط دھاتی ظرف ہے جس کا ڈھکن جب



شکل ۳۱

بمب حرارہ پیما کی تراشِ عمودی

اِس قدر عمدہ ہے کہ گیس باہر نہیں نکل سکتی۔ اینڈھن کی ایک معیّن مقدار کو پلاٹینم کٹھالی ث میں رکھتے ہیں۔ یہ کٹھالی مضبوط تار سے ایک حلقہ د پر رکھی ہوئی ہے۔ احتراق برق کے ذریعہ سے کیا جاتا ہے۔

بمب کو بند کر دیتے ہیں تب اس میں نلی ج کے ذریعہ سے ۲۰ کرۂ ہوائی کے زیرِ دباؤ آکسیجن گزاری جاتی ہے۔ اب کواڑی ح کو بند کر دیتے ہیں اور نلی ج کا تعلق منقطع کر دیتے ہیں۔ پانی کی معین مقدار بھرے ظرف ک میں بم احتیاط سے داخل کیا جاتا ہے۔ ظرف میں جنبش دہندے

ل بھی ہیں جن کو ہاتھ کے ذریعہ سے ہلاتے ہیں۔تپش ایک عمدہ تپش پیما ف کے ذریعہ سے مطالعہ کی جاتی ہے۔ ایک بڑا ظرف م چھوٹے ظرف ک کو گھیرے ہوئے ہے۔ان دونوں ظروف کا درمیانی فصل ہوائی پیرہن کا کام دیتا ہے۔ ظرف م کے چاروں طرف ایک اور ظرف ن ہے اور درمیانی فضا میں پانی بھرا ہے۔ن کے چاروں طرف فلالین لپیٹ دیتے ہیں احتراق دینے پر جب تک تپش قائم نہ ہوجائے جنبش دہندے متواتر ہلائے جاتے ہیں۔ایندھن کی حرارتی قیمت کا حساب بالکل اسی طریقہ سے لگایا جاتا ہے جس طرح بر صفحہ ۸۴ کے ڈارلنگ[ل] حرارہ پیما کے متعلق حساب لگایا تھا۔

پانچویں فصل کی مشقیں

۱۔ معلوم کرو کہ ایک اسپی طاقت کو ایک گھنٹہ تک قائم رکھنے میں کس قدر حیلی توانائی حاصل ہوتی ہے۔اور اس توانائی کا معادلِ حرارت دریافت کرو۔ نتائج کو پونڈ۔درجہ۔ سئی اور پونڈ۔درجہ۔ ف اور حراروں میں بیان کرو۔

۲۔ حرارت کو ایک قسم کی توانائی سمجھنے کے لئے ہمارے پاس جو دلائل ہیں اُن کو مختصراً بیان کرو۔

۳۔ ایک حوض میں ۲ گیلن پانی ہے'اس میں پانی کو جنبش دینے کا انتظام بھی ہے۔ جنبش دہندہ کو حرکت دینے میں ۰۲۸ء اسپی طاقت صرف ہوتی ہے۔ یہ تسلیم کرتے ہوئے کہ جملہ فعل حرارت میں تحویل ہوجاتا ہے اور جس قدر حرارت پیدا ہوتی ہے وہ سب کی سب پانی میں موجود رہتی ہے۔

ل Darling

دریافت کرو کہ اگر پانی کی تپش کو ۵° سے ۵۴° مئی تک بڑھانا چاہیں تو کس قدر وقت صرف ہوگا۔

۴- ایک ٹرین کی کمیت ۲۰۰ ٹن اور رفتار ۴۰ میل فی گھنٹہ ہے۔ بریک کے عمل کرنے پر ٹرین کی رفتار ۴۰ میل سے کم ہوکر ۳۰ میل رہ جاتی ہے۔ اگر یہ تسلیم کرلیں کہ بریک کی فرکی مزاحمت کے بالمقابل جس قدر فعل ہُوا تھا وہ سب کا سب حرارت میں تحویل ہو گیا ہے تو بتاؤ کہ اُس حرارت کی کیا مقدار ہے۔ نتیجہ مئی اکائی حرارت میں بیان کیا جائے۔

۵- حرارت کا حیلی مُعادل دریافت کرنے کے لئے جُول[ل] نے پانی کو جنبش دینے کا انتظام مہیا کرکے جو تجربہ کیا تھا اُسکو مختصراً بیان کرو اور آلے کا خاکہ بھی کھینچو۔

۶- کیلنڈر[ک] کی مشین یا "جے" کی قیمت معلوم کرنے کا کوئی اور طریقہ جو عمل میں رائج ہو بیان کرو اور آلے کا خاکہ بھی کھینچو۔

۷- بیان کرو کہ حرارہ پیمائی تجربہ میں تبرید کی تصحیحات کیسے عائد کی جاتی ہیں۔

۸- ایک پونڈ معدنی کوئلہ کی حرارتی قیمت ۸۰۰۰ پونڈ درجہ مئی ہے۔ ایک پونڈ کوئلہ کے جلنے سے جس قدر طاقت پیدا ہوتی ہے اُس کو ایک مناسب مشین سے کام میں لاکر پانچ سو گیلن پانی کو سو فٹ بلندی تک چڑھا لیتے ہیں۔ یہ بتاؤ کہ کوئلہ کی کتنی فیصد حرارت کارآمد فعل میں تحویل ہوئی ہے۔

۹- خاص خاص ٹھوس ایندھنوں کے نام بتاؤ جو اکثر استعمال کئے جاتے ہیں اور ہر ایک کا مختصر حال لکھو۔

۱۰- مشہور گیسی ایندھنوں کی مختصر تشریح کرو اور فہرست بھی دو۔

۱۱- ایک ٹن کوئلہ کی قیمت ۲۲ شلنگ اور اُس کی حرارتی

Callendar [ک] Joul [ل]

قیمت فی پونڈ ۸۰۰۰ پونڈ درجہ مئی اکائیاں ہے۔ ایک گیلن پٹرول کی قیمت ۲ شلنگ اور اُس کی حرارتی قیمت فی پونڈ ۱۰٬۸۰۰ پونڈ درجہ مئی اکائیاں ہے۔ ایک گیلن پٹرول کا وزن ۷٫۳ پونڈ ہوتا ہے۔ روشنی کی گیس کی حرارتی قیمت ۳۰۰ پونڈ درجہ مئی اکائیاں فی مکعب فٹ اور اُس کی قیمت ۳ شلنگ فی ۱۰۰۰ مکعب فٹ ہے۔ بتاؤ کہ اِن ایندھنوں میں کس ایندھن کی حرارتی قیمت زیادہ ہے۔ اِس سوال کا جواب ہر ایندھن سے جس قدر حرارت ایک پینی[1] کے معاوضہ میں ملتی ہے دریافت کر کے دو۔

۱۲۔ ہیڈروجن کی حرارتی قیمت ۳۴۵۰۰ پونڈ درجہ مئی فی پونڈ ہے۔ اس کے ۱۰۰ مکعب فٹ کے جلانے سے کس قدر حرارت وصول ہو گی۔ ہیڈروجن کے ایک مکعب فٹ کا وزن ۰٫۰۰۵۶ پونڈ تسلیم کرلو۔

۱۳۔ معدنی کوئلہ کی حرارتی قیمت کے دریافت کرنے کا کوئی طریقہ بیان کرو۔

۱۴۔ احتراق پذیر گیس کی حرارتی قیمت دریافت کرنے کا کوئی طریقہ بیان کرو۔

۱۵۔ مائعی ایندھن کی حرارتی قیمت دریافت کرنے کا کوئی طریقہ بیان کرو۔ مگر حرارہ پیما سوال ۱۳ کے حرارہ پیما سے مختلف ہونا چاہیئے۔

۱۶۔ حرارت کا جیلی مُعادل دریافت کرنے کا کوئی طریقہ لکھو۔

تانبے کے حرارہ پیما کا وزن ۱۲۲ گرام اور اُس کی نوعی حرارت ۰٫۰۹۵ ہے۔ اُس میں ۱۶۸۰ گرام انیلین تیل (نوعی حرارت ۰٫۵) بھرا ہے۔ مائع کو ایک جنبش دہندہ سے ہلاتے ہیں۔ جس کو چلانے کے لئے 10^9 ڈائین[2] سمر معیار کے جفت کی ضرورت ہے۔ جنبش دہندہ کی ۱۴۵۰ گردشوں کے بعد مائع کی تپش میں ۸° مئی کا اضافہ ہوجاتا ہے۔ حرارت کا جیلی معادل

[1] Penny

[2] Dyne

دریافت کرو۔

۱۷۔ ۱۴۰۰ گرام پانی بھرے ڈارلنگ حرارہ پیما میں ایک گرام معدنی کوئلہ جلایا گیا ہے۔ حرارہ پیما کا آبِ مساوی ۲۸۲ گرام ہے۔ کوئلہ جلنے پر تپش میں ۴° مئی اضافہ ہوتا ہے۔ معلوم کرو کہ کوئلہ کی فی پونڈ حرارتی قیمت پونڈ درجہ مئی اکائیوں میں کس قدر ہے۔

۱۸۔ بم حرارہ پیما کے ایک تجربہ میں ۰،۷۴۲ گرام پٹرولیئم جلایا گیا ہے۔ حرارہ پیما میں ۲۰۰۰ گرام پانی بھرا ہے۔ اور اُس کا آبِ مساوی ۷،۲۰ گرام ہے۔ اور تپش میں اضافہ ۲°،۹۸ م ہوا ہے۔ پٹرولیئم کی فی پونڈ حرارتی قیمت پونڈ۔درجہ۔مئی اکائیوں میں دریافت کرو۔



چھٹی فصل

انتقالِ حرارت

ایصال —— جب کسی جسم کے ایک حصّہ کو گرم کرتے ہیں تو ملحقہ حصوں میں بھی حرارت پہنچ جاتی ہے۔ اگر حرارت جسم کے ایک حصّہ سے دوسرے حصّہ میں چلی جائے اور اِن حِصّوں کی جگہوں میں تغیر بھی نہ ہو تو اِس قسم کے انتقالِ حرارت کو **ایصالِ حرارت** کہتے ہیں۔ اِس کی تحقیقات ابھی تک مکمل طور پر نہیں ہوئی ہے۔

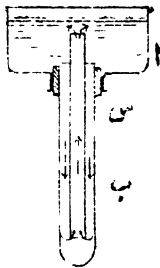
تجربہ ۲۱۔ تار کی لمبائی میں ایصالِ حرارت ——

تانبے کے تار پر پیرافین موم کا لیپ کردو۔ اگر اِس تار کے ایک سرے کو گرم کریں تو موم کافی دُور تک پگھل جائیگا جس سے تار کے طول میں ایصالِ حرارت کا ثبوت بہم پہنچتا ہے۔ اگر تار چھوٹا ہے تو اُس کا دُوسرا سِرا بھی بہت جلد ناقابلِ برداشت گرم ہو جائیگا۔

حملِ حرارت۔ جب حرارت ایک جگہ سے دوسری جگہ گرم جسم کی حرکت کے ذریعہ سے منتقل ہوتی ہے تو اُسے **حملِ حرارت** کہتے ہیں۔ اکثر اوقات حملِ حرارت خودبخود واقع ہوتا ہے۔ مثلاً جب کسی مائع کو گرم کرتے ہیں تو پہلے مائع کا وہ حصّہ جو منبع حرارت کے قریب ہے گرم ہوتا ہے اور پھیلتا ہے لہذا اس کی کثافت ٹھنڈے مائع کی کثافت سے کم ہو جاتی ہے اور قوتِ جاذبۂ ارض کی وجہ سے مائع میں حرکت پیدا

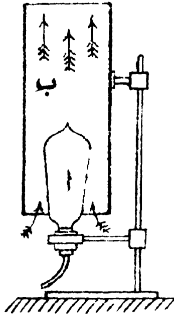
ہوجاتی ہے۔ اِس کے گرم حصّے مبداءِ حرارت سے دُور چلے جاتے ہیں اور ٹھنڈے حصّے قریب آجاتے ہیں۔ پس مائع کے گرم ہوکر اُوپر جانے اور ٹھنڈے مائع کے اِس کی جگہ آنے سے مائع میں سرد وگرم رَووں کا سلسلہ قائم ہوجاتا ہے اور بالآخر حمل حرارت کی وجہ سے پُورا مائع گرم ہوجاتا ہے۔

تجربہ ۲۲۔ مائع میں حملی رَوئیں —— سامان مصرحۂ شکل ۳۸ کے ذریعہ سے یہ بتانا مقصود ہے کہ بھاپی جوشدانوں کے ساتھ بعض اوقات جو آلات نصب کئے جاتے ہیں اُن میں حملی رَوئیں کیسی پیدا ہوتی ہیں۔ شیشہ کے برتن ا سے شیشہ کی ایک نلی ب جڑی ہے جس کا زیرین سرا بند ہے۔ ب کے اندر ایک دُوسری نلی س معلق ہے جو دونوں جانب کُھلی ہوئی ہے۔ اِس کا زیرین سرا ب کے زیرین سرے سے قدرے اونچا اور بالائی سرا ا کے پانی کی سطح سے قدرے نیچا ہے۔ ا میں پانی بھرنے سے دونوں نلیوں میں پانی بھر جاتا ہے۔ اگر ب کے زیرین سرے کو آہستہ آہستہ گرم کریں تو اُس جگہ کا پانی گرم ہوکر پھیلتا ہے۔ اور کثافت کم ہونے کی وجہ سے اُوپر چلا جاتا ہے۔ اُس کی جگہ لینے کے لئے سرد پانی کی رَو دونوں نلیوں کی خالی جگہ کے راستہ سے آجاتی ہے اور بالآخر ظرف کے صرف ایک حصّہ پر حرارت پہنچانے سے تمام پانی گرم ہوجاتا ہے۔



شکل ۳۸
پانی میں حملی رَووں کے دکھانے کا طریقہ

تجربہ ۲۳۔ گیس میں حملی رَوئیں۔ شکل ۳۹ میں موٹے کاغذ کی نلی ب کے اندر ایک معمولی برقی لمپ ا رکھا ہؤا ہے اور یہ نلی دونوں جانب سے کھلی ہے۔ لمپ کے روشن ہونے پر وہ ہوا جو نلی میں لمپ کے قریب ہے گرم ہوجاتی ہے اور پھیلتی ہے۔ لہٰذا ہوا کی کثافت میں کمی ہوجاتی ہے جس کی وجہ سے نلی میں ہوا کی لہر پیدا ہوجاتی ہے جو نیچے سے اُوپر کی جانب رواں ہے۔ اِن حملی رووں کے وجود کا مشاہدہ اِس طریقہ سے کیا جاسکتا ہے کہ اگر جلے ہوئے کاغذ کو نلی کے زیرین سرے پر لائیں تو وہ فوراً اُوپر کی جانب اُڑ جائیگا جس سے نتیجہ نکلتا ہے کہ نلی میں ہوا کا رُخ نیچے سے اُوپر کی جانب ہے۔ اِس تجربہ سے معمولی دُوددان کی کیفیت بھی واضح ہوتی ہے۔ دُوددان میں اندر گرم ہوا ہوتی ہے اور باہر ٹھنڈی۔ اِن دونوں کی کثافتوں کا فرق دُوددان میں ہوا کی آمد و رفت کا موجب ہوتا ہے۔



شکل ۳۹
گیس میں حملی رَوئیں

اشعاع۔ یہ انتقالِ حرارت کی تیسری قسم ہے۔ اِس صورت میں انتقالِ حرارت مبداءِ حرارت سے دیگر اجسام تک امواجِ ایتھر کے ذریعہ سے ہوتا ہے۔ ایتھر ایک واسطہ ہے جس کی نسبت یہ فرض کیا جاتا ہے کہ وہ تمام ستاروں کی درمیانی فضا میں اور نیز اجسام کے سالمات کی درمیانی جگہوں میں کُلیتہً موجود ہے۔ اشعاعی امواجِ حرارت کی رفتار نہایت تیز ہوتی ہے اور اِن سے حرارت کے معمولی اثرات

اُس وقت برآمد ہوتے ہیں جب وہ کسی جسم میں جذب ہوجائیں۔

تجربہ ۲۴۔ ایصال و حمل سے اشعاع حرارت کا امتیاز — جب ہم اپنے ہاتھ کو کسی تاباں برقی لمپ کے نیچے کسی قدر فاصلہ پر رکھتے ہیں تو گرمی کا احساس ہوتا ہے۔ چونکہ لمپ کے گرد ہوا کی رَوئیں اُوپر کی طرف جاتی ہیں (تجربہ ۲۳)۔ لہذا ہاتھ تک گرمی اِس ہوا کے واسطہ سے نہیں پہنچی یعنی ہاتھ پر حرارتی اثر کا باعث ایصال و حمل نہیں ہیں اِس لئے صرف اشعاع ہی اس احساسِ گرمی کا موجب اصلی ہوسکتا ہے۔

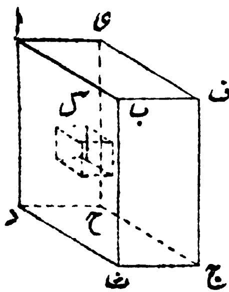
حرارتی توازن — کسی جسم میں حرارتی توازن اُس وقت پیدا ہوتا ہے جبکہ اُس کی مدخولہ و مخرجہ حرارتیں فی اکائی وقت آپس میں برابر ہوں۔ یعنی فی منٹ جتنی حرارت جسم میں سے خارج ہو اُتنی ہی اُس میں داخل ہوجائے اور جسم کی تپش مستقل رہے۔ اِس سے نتیجہ یہ نہیں نکلتا ہے کہ مستقل تپش پر متعدد اجسام میں تبادلۂ حرارت نہیں ہوتا بلکہ صرف یہ اخذ ہوتا ہے کہ تبادلجات آپس میں برابر ہیں۔

مادّہ کی وہ کیفیت جس سے یہ معلوم ہو کہ حرارت کی حاصل رَوانی کس جانب ہے تپش کہلاتی ہے۔ ا اور ب دو جسم ہیں۔ ا کی تپش ب کی تپش سے زیادہ ہے۔ اگر اِن دونوں میں تبادلۂ حرارت ہو تو حرارت کی حاصل روانی ا سے ب کی جانب ہوگی۔ کچھ حرارت فی ثانیہ ا سے ب میں جائیگی اور اس سے کچھ کم حرارت فی ثانیہ ب سے ا کو جائیگی۔ لیکن حرارت کے یہ دونوں تبادلے جب مساوی ہوجاتے ہیں تو ا اور ب دونوں ایک ہی تپش پر پہنچ جاتے ہیں۔

نظریۂ تبادلات کی تشریح کرنے کی غرض سے یہ فرض

کرلیا جاتا ہے کہ جسم کے چاروں طرف ایک غلاف ہے۔ اس اُصول کے
بموجب یہ جسم مسلسل حرارت خارج کرتا رہتا ہے اور اخراج کی شرح
غلاف کی تپش کے تابع نہیں ہے بلکہ محض جسم کی تپش کے
تابع ہے۔ غلاف سے خارج شدہ حرارت کی شرح بھی محض غلاف ہی
کی تپش کے تابع ہے نہ کہ جسم کی تپش کے۔ جب جسم اور غلاف
کی تپشیں برابر ہوجاتی ہیں تو اِن دونوں میں حرارتی توازن
قائم ہوجاتا ہے۔

حرارتی مُوصلیت —— فرض کرو کہ ا ث ی ج
(شکل ۵۱) ایک وسیع چادر ہے
جس کے رُخ متوازی ہیں۔ اگر
ا ب ث د کی تپش ی ف ج ح
کی تپش سے زیادہ ہے تو حرارت
ا سے ی کی جانب بذریعۂ ایصال
منتقل ہوگی۔ چادر اس قدر بڑی فرض
کی گئی ہے کہ کناروں سے حرارت
کے ضائع ہونے کا جو اثر چادر
کی تپش پر ہوتا ہے وہ نظر انداز
کیا جاسکے اور یہ بھی تسلیم کیا گیا ہے
کہ ا ب ث د کے متوازی



شکل ۵۱
چادر میں ایصالِ حرارت

چادر کی ہر ایک تراش کی تپش تمام سطح پر یکساں ہوتی ہے۔
فرض کرو کہ چادر کے ہر حصہ کی تپش مستقل ہوگئی ہے
اب اگر یہ خیال کرلیا جائے کہ چادر میں ایک ایسا مکعب ک مدفون
ہے جس کا ہر ضلع ایک سنٹی میٹر لمبا اور جس کے مقابل کے دونوں
رُخ ا ب ث د کے متوازی ہیں تو مکعب کے مادہ کی شرحِ
موصلیت (یا محض موصلیت) اُس مقدارِ حرارت کو

کہتے ہیں جو ایک ثانیہ کے اندر اِس مکعب کے ایک رخ سے دوسرے مقابل کے رخ پر پہنچ جاتی ہے بشرطیکہ اِن دونوں رخوں کی تپش میں صرف ایک درجہ کا فرق ہو۔

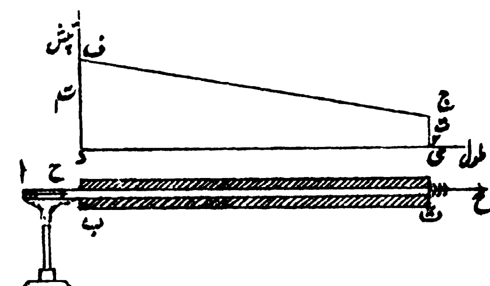
فرض کرو کہ مر = اکائی مکعب میں سے فی ثانیہ گذرنیوالی مقدارِ حرارت

ت = مکعب کے مقابل کے پہلوؤں کی تپشوں میں فرق

مو = مکعب کے جسم کی شرحِ موصلیت

$$\text{مو} = \frac{\text{مر}}{\text{ت}}$$

مجوزسلاخ کے طول کی سمت میں حرارت کی روانی ــ شکل ۴۱ میں ۱ ث دھات کی ایک سلاخ ہے اِس کا صرف ایک سرا



شکل ۔ ۴۱

مجوزسلاخ کے طول کی سمت میں حرارت کی روانی

بنسنی شعلہ سے گرم کیا جاتا ہے۔ سلاخ کے چاروں طرف ب ث تک کوئی غیر موصل شئے لپٹی ہوئی ہے تاکہ جو حرارت ب کے تراشِ عمودی رقبہ کے واسطہ سے سلاخ کے اِس حصّہ میں داخل ہو وہ محض ث کے راستہ سے خارج ہوسکے یعنی جس قدر حرارت ب ث میں ب سے داخل ہوتی ہے اُسی قدر ث سے خارج ہوجاتی ہے۔ ایسی مکمّل صورت میں ب سے لیکر ث تک تپش کا

تنزل لگاتار اور ہموار ہوگا۔ شکل ۱۴۱ میں ایک ترسیم کھینچی ہے جس میں ب پر سلاخ کی تپش کو د ف اور ث پر ی ج کے برابر مان لیا ہے۔ نقاطِ ف اور ج کو جوڑنے سے ایک خطِ مستقیم حاصل ہوتا ہے۔ یہ خط سلاخ کے طول میں ہر ایک نقطہ کی تپش کو ظاہر کرتا ہے۔ سلاخ کے ایک اکائی طول میں جس قدر انحطاطِ تپش ہوتا ہے اُس کو **تپش کا ڈھال** کہتے ہیں۔

فرض کرو کہ سلاخ سے جو حرارت فی ثانیہ خارج ہوتی ہے = ح حرارے

سلاخ کا تراشِ عمودی رقبہ	= ا	مربع سنتی میتر
طولِ سلاخ	= ط	سنتی میتر
ب کی تپش	= $ت_1$	درجہ مئی
ث کی تپش	= $ت_2$	
سلاخ کی موصلیت	= مو	

پس تپش کا ڈھال = $ج = \frac{ت_1 - ت_2}{ط}$ درجہ مئی فی سنتی میتر ..... (۱)

اور نیز تراشِ عمودی رقبہ کے فی مکعب سنتی میتر میں فی ثانیہ رسانِ حرارت = $\frac{ح}{ا}$

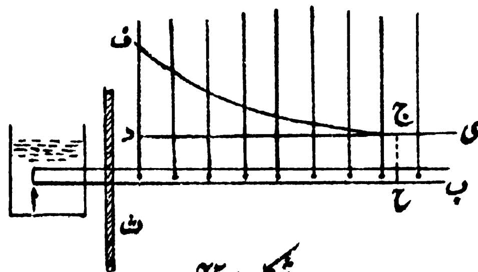
$$\therefore\ مو = \frac{ح}{ا} \div \frac{ت_1 - ت_2}{ط} = \frac{ح}{ا\,ج} \quad \ldots\ldots (۲)$$

$$یا\ ح = \frac{مو\,ا\,(ت_1 - ت_2)}{ط} = مو\,ا\,ج \quad \ldots\ldots (۳)$$

اگر $ت_1$ اور $ت_2$ معلوم ہوں تو چادر میں انتقالِ حرارت کا حساب لگانے کے لئے مساوات نمبر ۳ کو کام میں لاتے ہیں۔ مگر یہ سمجھ لینا چاہیے کہ کسی قسم کی چادر کی سطحوں کا درجۂ تپش دریافت کرنا کچھ سہل کام نہیں۔ اگر مساوات نمبر ۲ کے ذریعہ سے کسی سلاخ کی شرحِ موصلیت معلوم کرنا چاہیں تو کامل حاجزِ حرارت کی ضرورت ہوگی جو سلاخ کے چاروں طرف لپیٹا جا سکے اور اس کا مہیا نہ ہو سکنا اِس طریقہ کے عملی صورت اختیار کرنے میں حارج ہے۔

دھات کی برہنہ سلاخ کے طول میں حرارت کا بہاؤ

فوربس[1] نے موصلیت دریافت کرنے کا ایک طریقہ نکالا ہے۔ اس تجربہ میں دھات کی برہنہ سلاخ ا ب استعمال کرتے ہیں (شکل ۴۲)۔ سلاخ کے ایک سرے ا کو پگھلے ہوئے ٹانکے میں ڈبوئے رکھتے ہیں



شکل ۴۲
برہنہ سلاخ کے طول میں ایصالِ حرارت

تاکہ اس کی تپش مستقل رہے۔ ش ایک پردہ ہے جس کی وجہ سے ٹانکے کی حرارت کا اثر سلاخ کے بقیہ حصہ پر نہیں ہونے پاتا۔ تپش پیما رکھنے کے لئے سلاخ میں برابر برابر فاصلہ پر بہت سے سوراخ بنادیے گئے ہیں اور اِن میں پارا بھرا ہے۔ ا سے حرارت بذریعہ ایصال ب کی جانب منتقل ہوتی ہے جس کی وجہ سے سلاخ گرم ہو جاتی ہے۔ چونکہ سلاخ برہنہ ہے اور اُس کی تپش کمرہ کی تپش سے زیادہ ہوگئی ہے اِس لئے سلاخ کی سطح سے کمرہ میں حرارت بذریعۂ اشعاع منتشر ہوتی ہے اور نیز انتشارِ حرارت ہوا کی حملی رَووں کے ذریعہ سے بھی ہوتا ہے۔ اگر سلاخ برہنہ نہ ہوتی بلکہ کوئی حرارتی حاجز اِس پر لپٹا ہوتا تو یہ انتشارِ حرارت نہ ہونے پاتا اِس لئے صورتِ موجودہ میں

[1] Forbes

تپش کا ڈھال مذکورۂ بالا مجوزہ سلاخ کے مقابلہ میں زیادہ ہوگا۔ اگر یہ برہنہ سلاخ کافی لمبی ہے تو آخرکار سلاخ کے طول میں کسی جگہ پر ح ایک ایسا تراشِ عمودی رقبہ ہوگا کہ جہاں تک پہنچتے پہنچتے سلاخ میں ا سے داخل ہونے والی حرارت ماحول کمرہ میں کلیتہً منتشر ہو جائے گی اور ح اور ب کی درمیانی سلاخ کی تپش ماحول کی تپش کے برابر ہو گی۔

سلاخ میں جس قدر تپش پیما لگے ہیں اُن کے مطالعات سے ایک ترسیم کھینچی گئی ہے (شکل ۲۲)۔ د ی اُفقی خط کرۂ ہوا کی تپش کو ظاہر کرتا ہے۔ اور شکل ۲۱ کے مقابلہ میں تپش کا تنزل کافی زائد ہے۔ ج پر تپش کرۂ ہوا کی تپش کے برابر ہو جاتی ہے (شکل ۲۲)۔

اسی مادّہ کی ایک چھوٹی سلاخ کی شرحِ تبرید دریافت کرنے کے لئے ایک اور تجربہ کیا جائے۔ اِس تجربہ سے کسی تپش پر بڑی سلاخ کی ایک مربع سنتی میٹر برہنہ سطح سے جس قدر حرارت منتشر ہوتی ہے اُس کا پتا چل جائیگا۔ اس کے ذریعہ سے اور نیز شکل ۲۲ کے تنزلِ تپش کی مدد سے سلاخ کی شرحِ موصلیت محسوب کی جاسکتی ہے۔

مختلف دھاتوں کی مختلف شرحِ موصلیت

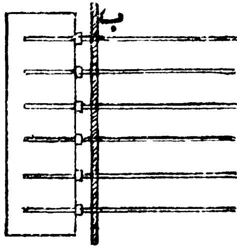
مختلف دھاتوں کی موصلیتوں کا مقابلہ تجربۂ ذیل سے کیا جاتا ہے:۔

تجربہ ۲۵۔ انگن ہاوسٹس[1] کے طریقہ سے موصلیتوں کے مقابلہ کا تجربہ

مختلف دھاتوں کی ایک ایک سلاخ لو اور اُن سب سلاخوں کے طول وقطر آپس میں برابر اور اُن کی سطحات کی چمک دمک ایک ہی سی

[1] Ingen-Hausz

ہونی چاہئیں۔ اِن سلاخوں پر موم کا لیپ کر دو۔ ۲ ایک طشت ہے جس کا خاکہ شکل ۴۳ میں درج ہے۔ طشت کے ایک جانب بہت سے سوراخ ہیں جن میں سلاخیں داخل کر دی جاتی ہیں۔ سلاخوں اور بنسنی شعلہ کے درمیان پردہ ب رکھ دیا گیا ہے تاکہ شعلہ کی حرارت سے سب سلاخیں محفوظ رہیں۔



شکل ۴۳
موصلیتوں کا مقابلہ

طشت کے اندر پانی بھرا ہے۔ اس پانی کو گرم کرنے پر طشت سے سلاخوں میں حرارت منتقل ہوگی اور موم پگھلیگا۔ پانی کو جوش دینے پر موم سلاخوں کے جس طول تک پگھلیگا اُس کا انحصار اُن کی موصلیت پر ہے۔ پانی کے اُبلتے رہنے کے پندرہ منٹ بعد ہر سلاخ کے اُتنے طول کی جہاں تک موم پگھلا ہے پیمائش کر لو۔ موصلیتوں کا تناسب اِن طولوں کے مربعوں کے ساتھ ہے یعنی مو$_1$: مو$_2$: مو$_3$ وغیرہا = ط$_1^2$: ط$_2^2$: ط$_3^2$ وغیرہا۔

تانبے کی سلاخ کی موصلیت کے لحاظ سے اِن سلاخوں کی موصلیتیں بیان کی جائیں۔

مختلف حراری حاجزوں کی قیمتوں کا مقابلہ ذیل کے طریقہ سے کیا جاتا ہے:-

حراری حاجزوں کا مقابلہ — تانبے یا الومینیئم کے ایسے چند برتن بنائے گئے ہیں کہ جن کی گنجائش تقریباً پانچ سو مکعب سنتی میٹر ہے۔ اِن کے ڈھکنوں کے

بیچ میں مرکز پر اسی دھات کی ایک چھوٹی نلی جڑی ہے۔ ان نلیوں کا سوراخ دو سنٹی میٹر کے قریب ہونا چاہیئے تاکہ ان میں تپش پیما رکھے جا سکیں۔

ایک برتن، روئی سے، دوسرا فلالین سے، تیسرا نمدے سے، چوتھا اسبسطوس (Asbestos) یا کسی اور حرارتی حاجز سے پورا لپیٹ دیا گیا ہے۔ اس قسم کے دو برتن اور لے لئے جائیں، ایک کی سطح مجلی اور دوسرے کی کاجل سے سیاہ کی ہوئی ہونی چاہیئے۔ ان سب برتنوں کو میز پر کسی ایسی جگہ رکھ دو جہاں ہوا کی آمد و رفت نہ ہو۔ نلی کے راستہ سے بذریعۂ قیف ہر ایک میں گرم پانی کی برابر برابر مقدار بھر دو مگر اس کی احتیاط رکھو کہ پانی حرارتی حاجز پر نہ گرنے پائے۔ اب نلیوں میں تپش پیما لگا دیے جائیں اور ہر پانچ منٹ کے بعد تپشیں مطالعہ کرو۔

تمام برتنوں کی تپشوں اور اوقات کا مطالعہ ہر ایک برتن کے لئے ایک ہی مربع دار کاغذ پر ترسیم کھینچ لیا جائے۔ ان ترسیموں سے مستعملہ حرارتی حاجزوں کی نسبتی کیفیتیں معلوم ہو جائینگی۔ جن کے منحنیوں کا ڈھال زیادہ ہوگا وہ زیادہ ناقص حاجز ہونگے۔ ایک ایسی فہرست تیار کر لی جائے جس میں ان حاجزوں کے نام اُن کے عجز کے لحاظ سے ترتیب وار درج ہوں۔

مجلی اور سیاہ سطحوں کے برتنوں کو خاص طور پر مدِ نظر رکھنا چاہیئے۔ ایسی سطحوں سے انتقال حرارت بذریعۂ اشعاع ہوتا ہے۔ مذکورہ نتائج سے معلوم ہوگا کہ مجلی سطح بہ نسبت سیاہ سطح کے بہتر حاجزِ حرارت ہوتی ہے۔

مائعات کی موصلیت — طریقۂ انگن ہاؤسٹس

میں کچھ ترمیم کر دینے سے مائعوں کی مُوصلیتیں دریافت کی جا سکتی ہیں۔ چونکہ گرم ہونے پر مائع میں حملی رَوئیں بھی پیدا ہو جاتی ہیں اِس لئے محض ایصالِ حرارت کا معلوم کرنا دِقت طلب ہے۔
پانی کے ناقص موصلِ حرارت ہونے کا ثبوت تجربۂ ذیل سے ہو جائیگا:-

تجربہ ۲۷۔ پانی کے ناقص حرارتی موصل ہونے کی توضیح — امتحانی نلی میں کچھ پانی بھر دو اور اُس میں یخ کا ایک چھوٹا ٹکڑا وزن باندھ کر ڈبو دو۔ نلی کو ذرا ٹیڑھا کر لیا جائے کہ پانی کی بالائی سطح بنسنی شعلہ سے گرم کی جا سکے۔ پانی کو اُوپر سے گرم کرنے کا فائدہ یہ ہے کہ پانی میں ایک معقول حد تک حملی رَووں کو پیدا ہونے سے باز رکھا جا سکتا ہے اگر ذرا احتیاط سے کام لیں تو یہ ممکن ہے کہ پانی کا بالائی حصہ کافی دیر تک جوش کھاتا رہے اور یخ پر کچھ بھی اثر نہ ہو۔ اِس کے معنی یہ ہیں کہ پانی میں ایصالِ حرارت بہت ہی قلیل ہے۔

چادر میں ایصالِ حرارت — دیگچی یا دھات کے کسی اور برتن میں پانی گرم کرو۔ برتن کی پینیدی کے ایک جانب پانی اور دُوسری جانب شعلہ ہے لیکن پینیدی کے کسی حصہ کی تپش بھی شعلہ کی تپش کے لگ بھگ نہیں ہوتی۔ اِس کا ثبوت یہ ہے کہ اگر کاغذ کے ٹکڑے کو پینیدی کے بیرونی حصّہ پر چسپاں کر دیں اور پانی کو گرم کریں تو پانی جوش کھانے لگیگا لیکن کاغذ نہ جلیگا۔ اِس تجربہ سے پتا چلتا ہے کہ سرد گیس کی ایک باریک اور تقریباً ساکن تہ پینیدی سے ملحق ہوتی ہے۔

اس تہ کی موٹائی تقریباً $\frac{1}{50}$ انچ ہے۔ نیز اس گیس کے وجود کا ثبوت کاغذی کیسہ میں پانی اُبالنے سے اور زیادہ مستحکم ہو جاتا ہے۔

اس لئے ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ چادر [1] کے کسی حصہ کی تپش پانی کی تپش سے کچھ زیادہ نہیں ہوتی اور گیس کی جو جھلی چادر سے متصل ہے اُس کی تپش میں معقول اُتار ہوتا ہے۔ چونکہ تمام گیسیں ناقص موصل ہوتی ہیں اس لئے اِس اُتار کا ہونا ضروری ہے تاکہ گیس کی جھلی سے ایصالِ حرارت ممکن ہو۔

پینڈی میں اندرونی جانب اِسی قسم کی پانی کی ایک تہ پینڈی سے ملحق ہوتی ہے۔ گو بیشتر پانی حملی رَووں [1] کے ذریعہ سے گرم ہوتا ہے لیکن اِس جھلی میں اِس قسم کی رَوئیں موجود نہیں ہوتیں۔ لہٰذا اس سے حرارت بذریعۂ ایصال منتقل ہوتی ہے لیکن چونکہ گیسوں کے مقابلہ میں پانی اچھا خاصا موصل ہے اس لئے اِس میں تپش کا ڈھال یا تنزل گیس کی تہ کے تنزل سے بہت زیادہ کم ہوتا ہے۔ لہٰذا شعلہ سے پانی میں حرارت کے منتقل ہونے کے باعث گیس کی تہ میں بہت زیادہ اور چادر اور پانی کی تہ میں نسبتاً برائے نام تپش کا تنزل ہوتا ہے۔ درحقیقت چادر میں سے حرارت کی منتقلی پر جو خفیف سا اثر پڑتا ہے وہ محض اِسی لئے ہے کہ چادر کی دھات کامل موصل نہیں ہے۔

چادر میں انتقالِ حرارت کو بڑھانے کے طریقے

یہ ظاہر ہے کہ اگر گرم گیس کی نہایت تیز رَوئیں چادر کے ساتھ کافی زور سے ٹکرائیں تو بیشتر حرارت گیس سے چادر میں منتقل ہو جائیگی (تجربات اور مشاہدات اِس خیال کی تائید کرتے ہیں)۔ گیس کی رَو کے زور کے ساتھ آنے کی وجہ سے گیس کی وہ تہ جو چادر سے

[1] ماخوذ از "انتقالِ حرارت" مصنفہ پروفیسر ڈبلیو۔ ای۔ ڈلبی (روئیداد انسٹی ٹیوٹ میکینکل انجینئرز ۱۹۰۹ء)

ملحق ہے کسی قدر ہٹ جائیگی۔ لہٰذا چادر کی اِس سطح کی تپش بڑھ جائیگی اور ایصالِ حرارت زیادہ مقدار میں ہوگا۔ اگر پانی کے خوب گردش کھانے کا بھی انتظام کردیا جائے تو پانی کی وہ تہ جو پیندی سے ملحق ہے جزئً دُور ہو جائیگی اور انتقالِ حرارت اور زیادہ مقدار میں ہوگا۔ اِس لئے اگر جوشدانوں میں ایسے مصنوعی ذرائع مہیا کردیے جائیں کہ پانی اور گرم گیس چادر کی سطحوں سے خوب ٹکرائیں تو چادر کی فی اکائی مربع سطح سے منتقلہ حرارت کی مقدار میں کافی اِضافہ ہو جائیگا۔

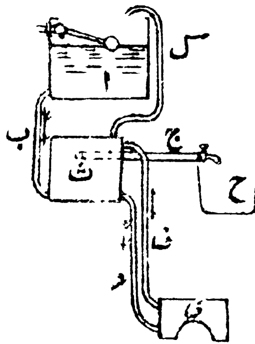
اب طلباء سمجھ سکیں گے کہ کسی دھات کی مُوصلیت دریافت کرنے کے تجربہ میں اگر چادر کے ایک طرف جوش کھاتا ہُوا پانی اور دوسری طرف یخ ہو تو صحیح نتائج برآمد نہیں ہوسکتے چونکہ سطوحِ چادر کی اصلی تپش کا معلوم ہونا قطعی ناممکن ہے اور اُس کے بغیر مُوصلیت کا ٹھیک حساب لگانا محال ہے۔

انتقالِ حرارت پر تیل اور پپڑی کے اثر ــــ اگر نلی چادر کے ایک جانب شعلہ لگے آنچ اور دوسری جانب کسی ناقص حرارتی موصل کا لیپ کردیں تو چادر کی تپش شعلہ کی تپش کے قریب قریب برابر ہو جائیگی۔ یہ ایک معمولی کرچھے سے واضح کیا جا سکتا ہے۔ تیل جو تلنے کے کام میں آتے ہیں ناقص مُوصل ہیں اِس لئے کرچھے کے پیندے کی تپش اُس تپش کے بمقابلہ میں جبکہ اُس میں بجائے پانی کے تیل ہو بہت زیادہ ہوتی ہے۔ اِس کا ثبوت یہ بھی ہو سکتا ہے کہ دھات کے کرچھے اکثر جل جاتے ہیں اور اُن میں سوراخ ہو جاتے ہیں۔ لہٰذا بھاپی جوشدانوں میں تیل کی رسائی بالکل نہ ہونی چاہیئے۔

پانی میں اکثر ٹھوس مادہ محلولی شکل میں ہوتا ہے اور جب پانی بھاپ بنکر اُڑ جاتا ہے تو یہ پپڑی کی صورت میں چادروں پر

جم جاتا ہے۔ یہ پپڑی بہت سخت اور ناقص موصل ہوتی ہے اس لئے اس کی وجہ سے جوشدان کی چادر جل جاتی ہے لہذا جوشدان کی صفائی گاہ بگاہ کر دینی چاہیئے تاکہ یہ پپڑی چادر پر جمنے نہ پائے۔

پانی گرم کرنے کا انتظام ۔ غسلخانہ میں گرم پانی مہیا کرنے کا مروجہ طریقہ شکل ۱۰۳ میں واضح کر دیا گیا ہے۔ ا سرد پانی کی کھلی ٹانکی ہے جس میں سے سرد پانی کی جملہ ضرورتیں پوری ہوتی ہیں۔ یہ گرم پانی کے بند ذخیرہ ث کے ساتھ نلکی ب سے جوڑی گئی ہے یہ نلکی ذخیرہ میں پیندی کے قریب لگی ہے۔ جوشدان ی اور ذخیرہ ث نلکی د سے جوڑے گئے ہیں۔ جوشدان بالعموم مطبخ کے چولھوں کی پشت پر بنائے جاتے ہیں۔ نلکی د گرم پانی کے ذخیرہ اور جوشدان میں نیچے کی جانب لگی ہے۔ ف ایک دوسری نلکی ہے جو جوشدان کے بالائی حصّہ سے چلکر گرم پانی کے ذخیرہ کی چوٹی پر ختم ہوتی ہے۔ ف اور د کو دَورانی نلکیاں کہتے ہیں۔ نلکی ج غسلخانہ کے نل ح کو ث کے بالائی حصّہ سے ملاتی ہے اور اس نلکی میں بہت سی شاخیں لگی ہیں جو مکان کے مختلف حصوں میں جاتی ہیں۔ اُبلتے وقت جو پانی ذخیرہ ث سے اُوپر اُٹھتا ہے وہ نلکی ک کے ذریعہ سے ا میں آگرتا ہے اور نیز یہ نلکی آلہ سے ہوا کو بھی خارج کرنے کا کام دیتی ہے۔

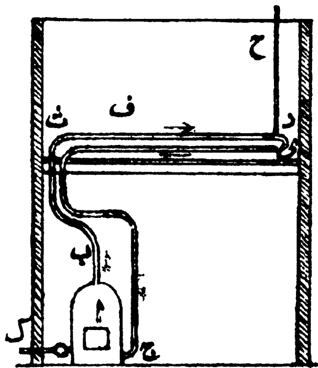


شکل ۱۰۳
گھروں میں پانی گرم کرنے کا انتظام

جوشدان کو گرم کرنے پر پانی کی کثافت کم ہو جاتی ہے

اِس لئے جوشدان میں حملی رَوئیں پیدا ہو جاتی ہیں اور گرم پانی جوشدان سے نکل کر نلکی ف میں چڑھتا اور ث میں داخل ہوتا ہے۔ فوراً اُسی وقت ث سے کچھ سرد پانی روانہ ہو کر د سے گزرتا ہوا جوشدان میں آ داخل ہوتا ہے اور یہاں پر گرم ہو جاتا ہے۔ سرد پانی جو کہ بھاری ہوتا ہے اِس لئے وہ ث کی تہ میں جمع ہوگا۔ اِسی بنا پر جس نلکی کے راستہ سے سرد پانی آتا ہے اُس کو ث کی پینْدی کے قریب جوڑا ہے اور جس نلکی سے پانی نل میں جاتا ہے اُس کو ث کے بالائی حصہ پر لگایا ہے۔ اگر نل ح کھول دیا جائے تو گرم پانی ث کے بالائی حصہ سے جائیگا اور مساوی مقدار میں ا سے سرد پانی ب کے راستہ سے ث کے زیرین حصہ میں آ جائیگا۔

گرم پانی کی گردش سے عمارت کا گرم کرنا ۔ اس مقصد کے لئے جو ترکیب مروّج ہے اس کا خاکہ شکل ۴۵ء میں دکھایا ہے۔ ا ایک جوشدان ہے جو پانی سے لبالب بھرا ہے اِس کو مکان کی بنیاد کے قریب رکھتے ہیں۔ گرم پانی نلکی ب سے ہو کر اُن کمروں میں جاتا ہے جن کو گرم کرنا مقصود ہے اور جہاں پر یہ گرم پانی نلکی ث د میں سے گزرتا ہے اور کمرے میں اپنی کچھ حرارت منتقل کرنے کے بعد ی ف میں ہو کر جوشدان کے زیرین حصے میں واپس آ جاتا ہے۔ حرارت گرم پانی سے نلکی کی دھات میں بذریعہ ایصال منتقل ہوتی ہے۔ اِس حرارت کی وجہ سے



شکل ۴۵ء
گرم پانی کی گردش سے عمارت کا گرم کرنا

نلکی کے قُرب و جوار کی ہوا میں حملی رَو ئیں پیدا ہوتی ہیں اور اس طرح سے تمام کمرہ میں اِن کا اثر ہو جاتا ہے۔کمرہ کو گرم کرنے میں نلکی کی سطح سے اشعاع حرارت بہت کم حصہ لیتی ہے۔پانی جوشدان ج کے زیرین حصّے میں واپس چلا جاتا ہے۔مکان کی چھت کے برابر اونچا نل ح، جوشدان اور نلکیوں سے ہوا کو خارج کرتا ہے۔بسا اوقات اِس نل کی بجائے ایک خود کار کو اٹرس استعمال کرتے ہیں جوث د کے گرم ہونے پر خود بخود بند ہو جاتی ہے۔گاہ بگاہ جس قدر سرد پانی کی ضرورت ہوتی ہے کو اٹرس ک کے ذریعہ سے جوشدان میں چلا جاتا ہے۔ث د اور ی ف نلکیوں کی پُشت پر دیوار میں سُوراخ ہیں جن میں سے سرد ہوا کمرہ میں حملی رَو دل کے ذریعہ سے آتی ہے۔ اگر کمرہ کو زیادہ گرم کرنا ہو تو ث د پر متعدد جگہ چھوٹی چھوٹی اتصالی نلکیاں لگا دی جائیں تاکہ نلکیوں کی سطح جس سے کمرہ میں حرارت پہنچتی ہے کافی وسیع ہو جائے۔اِن اتصالی نلکیوں کو اشعاعی نلیاں سمجھتے ہیں حالانکہ اُن کی وجہ سے صرف نلکیوں کی سطح ہی میں اضافہ ہوتا ہے اور سطح سے کمرہ میں حرارت محض حملی رَودل کے ذریعہ سے منتقل ہوتی ہے۔

اِسی طریقہ سے پودگھروں کو بھی گرم کرتے ہیں۔چونکہ شیشہ کے مکان کی تپش کو پندرہ درجہ مئی کے قرب میں مستقل رکھنا ممکن ہے اس لئے یہ کہا جا سکتا ہے کہ شیشہ نہ تو عمدہ حراری موصل ہے اور نہ اشعاعِ حرارت کو آسانی سے گزرنے دیتا ہے۔اِس کی مزید تصدیق اِس سے بھی ہوتی ہے کہ ہم تیز گرم پانی بھرے شیشہ کے گلاس کو ہاتھ سے پکڑ سکتے ہیں۔

کرۂ ہوا کی گردش۔۔۔۔جب کسی جگہ کی ہوا کی تپش گرد و نواح کی تپش سے زیادہ ہو جائے تو اُس کی کثافت میں بھی مقابلۃً کمی ہو جاتی ہے۔اِس وجہ سے کرۂ ہوا میں گردش پیدا ہو جاتی ہے۔اِس گردش کا بدیہی ثبوت یہ ہے کہ ہوا روزمرہ چلتی ہے۔

عملی رُوئیں گرم ہوا کے اُوپر جانے اور ٹھنڈی ہوا کے اُس کی جگہ پر آنے سے بنتی ہیں۔
کرۂ ہوا میں کثیر ہواؤں کے چلنے کا باعث خاص کر استوائی مقامات کی بالا تپش ہے۔ ٹھنڈی ہوائیں منطقہ ہائے معتدلہ سے خطِ استوا کی جانب آتی ہیں اور گرم ہوائیں خطِ استوا سے معتدلہ کی جانب جاتی ہیں۔ یہ گرم ہوائیں سرد ہواؤں کے اُوپر ہوتی ہیں۔ اگر کرۂ ارض کی کثیر ہوا حرکت میں ہو تو ہواؤں کی سمتِ روانی زمین کی گردشِ محوری کے زیرِ اثر ہوگی۔ اگر زمین ساکن ہوتی تو شمال سے چلنے والی ہوا کا رُخ ٹھیک جنوب کو ہوتا مگر چونکہ زمین متحرک ہے اِس لئے اب ہوا شمال سے چل کر خطِ استواء کے ایسے مقام پر پہنچتی ہے جو صورتِ اول کے مقام سے مغرب کی جانب ہے۔ زمین کی گردشِ محوری مغرب سے مشرق کی جانب ہے لہذا جو ہوا خطِ استواء کے قریب ہے وہ زمین کے ساتھ ساتھ تیز رفتاری سے چلتی ہے اور جو ہوا خطِ استواء سے جس قدر دُور اور بالا عرض البلد کے قریب ہے اُس کی رفتار اُسی قدر کم ہوتی ہے۔ اِس لئے شمالی کرہ میں جو ہوا شمال سے آتی ہے اُس کا رُخ شمال مشرق ہوتا ہے اور جنوبی کُرہ میں جو ہوا جنوب سے آتی ہے اُس کا رُخ جنوب، مشرق ہوتا ہے۔ اِن ہواؤں کو جو گرم اِستوائی مقامات کی جانب آتی ہیں تجارتی ہوائیں کہتے ہیں۔
نسیمِ بحری و بری ـــــ گرم ممالک میں مخصوص وقت پر ہلکی ہوائیں چلتی ہیں۔ اِن نسیموں کی وجہ یہ ہے کہ سمندر کی نوعی حرارت زمین کی نوعی حرارت سے کہیں زیادہ ہے۔ دن میں زمین کی تپش بمقابلہ سمندر کے زیادہ ہو جاتی ہے لیکن رات کے وقت بہت جلد اس کی تپش میں تنزل واقع ہو جاتا ہے۔ اس لئے دن کے وقت زمین کی ملحق گرم ہوا ہلکی ہو کر اُوپر اُڑتی ہے اور سمندر کی بھاری اور سرد ہوا اُس کی جگہ لینے کے لئے آتی ہے یہ ہوا نسیمِ بحری کہلاتی ہے۔

لیکن رات کے وقت زمین بمقابلہ سمندر کے جلد ٹھنڈی ہوجاتی ہے اور سمندر کی ہلکی اور گرم ہوا اُوپر اُڑجاتی ہے اُس کی جگہ لینے کے لئے برّی ہوا آتی ہے اس کو نسیم برّی کہتے ہیں اسی اُصول کی بناء پر ہندوستان میں موسمی ہوائیں مخصوص زمانہ میں سمندر سے زمین کی جانب چلتی ہیں۔ موسمِ گرما میں نسیم بحری کے لئے گرم اقلیم اور سرد سمندر اور موسمِ سرما میں نسیم برّی کے لئے ٹھنڈی اقلیم اور گرم سمندر ضروری ہیں۔

سطح زمین کے مختصر حصّوں کے گرم ہونے سے مقامی صعودی ہوائیں پیدا ہوتی ہیں۔ یہ ہوائیں بمشکل مشاہدے میں آتی ہیں۔ ہندوستان میں بعض اوقات دن کے وقت اِن رَووں کے وجود کا پتا پرندوں کی پرواز سے لگایا جاتا ہے۔ جب ہوا صعودی ہوتی ہے تو پرندے بلا پر پھڑ پھڑا اِس ہوا کے اندر چکر لگاتے رہتے ہیں اور بغیر کسی قوت کے ہوا کے ساتھ ساتھ بتدریج اُوپر چڑھتے جاتے ہیں۔

چھٹی فصل کی مشقیں

۱۔ انتقالِ حرارت کے تینوں طریقے بتاؤ اور ہر ایک کی مثال بھی دو۔

۲۔ غسلخانہ کے نلوں میں گرم پانی مہیّا کرنے کا معمولی طریقہ کیا ہے۔ خاکہ کھینچکر اِس کی تشریح بھی کرو۔

۳۔ گرم پانی سے مکان کو گرم رکھنے کی ترکیب کیا ہے۔ خاکہ سے واضح کرو۔

۴۔ ہواؤں کے چلنے کے اسباب مختصراً بیان کرو۔ تجارتی ہوا، نسیم بحری و برّی اور موسمی ہوائیں کیونکر چلتی ہیں۔

۵۔ "حرارتی توازن" کی تعریف کرو اور بتاؤ کہ "کسی جسم کی تپش" سے کیا مُراد ہے۔ تانبے کی ایک لمبی برہنہ سلاخ کے ایک سرے کی تپش ماحول کی تپش سے دس درجہ مئی زیادہ ہے، صاف صاف بیان کرو کہ سلاخ کے طول میں مختلف مقامات پر کیا وقوع پذیر ہو رہا ہے۔

۶۔ ایسی دو صورتیں بتاؤ جن میں عمدہ حرارتی مُوصلوں کا استعمال کارآمد ہو اور نیز ایسی دو صورتیں بھی بیان کرو جن میں ناقص حرارتی مُوصلوں کو کام میں لانا مصلحت آمیز ہے۔ دیگچی میں تانبے کی تلی کیوں لگائی جاتی ہے۔ اسبی کرچھے کے جلد جل جانے کی وجہ بیان کرو۔

۷۔ حساب لگاؤ کہ ۲۵ء۱ سمر موٹی آہنی چادر میں سے کس قدر حرارت فی گھنٹہ گزریگی۔ جواب کو فی مربع میٹر چادر اور حراروں میں بیان کرو۔ شرحِ مُوصلیت ۱۶۴ء اور چادر کی مقابل کی سطحوں کی تپش کا فرق دس درجہ مئی ہے۔

۸۔ سوال ۷ کا جواب تانبے کی ایسی چادر کے متعلق دو جس کی موٹائی آہنی چادر کے برابر ہے (شرحِ موصلیت ۰ء۹۱)۔

۹۔ بٹواں لوہے کی ۱۴ء۰ اِنچ موٹی چادر کے ایک جانب گیسیں بہتی ہیں جن کی تپش ۵۰۰ درجہ مئی ہے۔ اور دُوسری سطح سے ملحق پانی ہے جس کی تپش سو درجہ مئی ہے۔ اگر چادر کے فی مُربع فٹ سے ۵۰۰۰ مئی حرارتی اِکائیاں فی گھنٹہ گزریں تو بتاؤ کہ گرم گیسوں سے ملحق سطح کی تپش کیا ہوگی جبکہ شرحِ موصلیت ۱۴ء۰ ہے۔ اِس تپش کے گیسوں کی تپش سے بہت کم ہونے کی وجہ بیان کرو۔

۱۰۔ بیان کرو کہ طریقۂ فوربس سے دھاتی سلاخ کی موصلیت کیسے دریافت کی جاتی ہے۔

۱۱۔ متعدد دھاتوں کی سلاخوں کی نسبتی مُوصلیت دریافت کرنے کے تجربے بیان کرو۔

۱۲۔ مختصر بیان کرو کہ جوشدان کی چادر سے حرارت کیسے گزرتی ہے۔ انتقال کی بہترین استعداد حاصل کرنے اور اُس کو قائم رکھنے کیلئے کیا کرنا چاہیئے۔

۱۳۔ کسی کمرہ میں دو میٹر اونچی ایک میٹر چوڑی، سات ممر موٹی ایک شیشہ کی کھڑکی ہے۔ کمرہ کی تپش ۱۵° مر اور بیرونِ کمرہ کی تپش ۰° مر ہے۔ اگر شیشہ کے اطراف کی تپش ۲° مر اور ۱۰° مر بالترتیب مان لیں تو حساب لگاؤ کہ فی گھنٹہ شیشہ میں سے کس قدر حرارت گزریگی۔ شیشہ کی حرارتی مُوصلیت ۰٫۰۰۰۵ ہے۔

۱۴۔ حرارتی مُوصلیت کی تعریف کرو اور بتاؤ کہ تانبے کی حرارتی مُوصلیت کیسے معلوم کرتے ہیں۔ (جامعۂ لندن)۔

۱۵۔ مائع میں ایصالِ حرارت کی صحیح پیمائش کیوں وقّت طلب ہے۔

پانی کے ناقص موصل ہونے کی تشریح کرنے کی غرض سے دو تجربے بیان کرو۔

۱۶۔ ایک چادر دو مختلف دھاتوں کی متوازی تہوں سے بنی ہے۔ اِس چادر سے ایصالِ حرارت ہوتا ہے۔ دھاتوں کی موصلیتیں ۰٫۳۲ اور ۰٫۱۴ اور موٹائی ۶٫۳ سمر اور ۲٫۴ سمر بالترتیب ہیں اور بیرونی اطراف کی تپشیں ۹۶° مئی اور ۸° مئی ہیں۔ چادر کے ہر حصہ کی تپش کے ڈھال کا حساب لگاؤ۔ (جامعۂ لندن)

ساتویں فصل

انتقالِ حرارت

(بسلسلہ گذشتہ)

حرارتی اشعاع ــــــــ ہر درجۂ تپش پر ہر جسم سے اشعاع ہوتا ہے۔ اگر کسی دھات کے ٹکڑے کو تاریک کمرہ میں گرم کریں تو اُس سے شروع میں شعاعیں لمبی نکلینگی اور اُن کے ارتعاش کا وقت دوران زیادہ ہوگا۔ کیونکہ آنکھیں اس قسم کی موجیں دیکھنے سے قاصر ہیں اس لئے وہ ٹکڑا نظر نہیں آئیگا۔ مگر جسم کی تپش زیادہ ہونے پر موجوں کا طول اس قدر کوتاہ اور ارتعاشی حرکت اتنی تیز ہو جائیگی کہ آنکھ اُن کے اثرات کو محسوس کرنے لگیگی اور وہ جسم روشن معلوم ہوگا۔ روشنی اور حرارتی اشعاع میں صرف اتنا فرق ہے کہ حرارتی اشعاع کا آنکھ کو اُس وقت تک احساس نہیں ہوتا جب تک کہ جسم کی تپش معقول درجہ تک نہیں بڑھ جاتی۔ اِن دونوں کے اُصولِ انتقال بالکل ایک ہی ہیں۔

انتقالِ روشنی کے کلیئے اِس کتاب کی آخری فصلوں میں ملینگے۔ یہاں پر صرف حرارتی اشعاع کا مختصر بیان دیا جاتا ہے تاکہ حرارتی اشعاع کی (خواہ وہ روشن ہوں یا نہ ہوں) آزمائش کرنے کے خاص خاص طریقوں کا ادراک ہو جائے۔

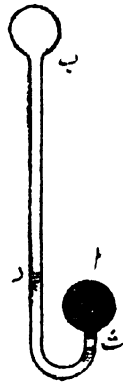
حرارتی اشعاع کے انتقال کے لئے مادّی واسطہ کی

ضرورت نہیں ہے ـــــ اس کا معمولی ثبوت یہ ہے کہ سورج سے روشنی خلا میں سے ہو کر زمین تک پہنچتی ہے نہ کہ کسی مادّی واسطہ سے نیز سر ہمفری ڈیوی نے اس کا ثبوت اس طرح دیا کہ اگر کسی ایسے ظرف میں جس سے ہوا بالکل خارج کردی گئی ہے پلاٹینم کے تار کو گرم کریں تو تپش پیما پر جو ظرف کے قریب ہو تار کی حرارت کا اثر ہوتا ہے۔ ایک اور ثبوت یہ بھی ہے کہ برقی لمپ کا جوفہ گرم ہو جاتا ہے حالانکہ اُس کے اندر سے ہوا بالکل خارج کردی گئی ہے۔ حرارتی اشعاع کے احساس کے لئے معمولی سیمابی تپش پیما کچھ موزوں آلہ نہیں ہے مگر جوفہ پر سیاہ روغن کرنے سے اس میں احساس کی قوت پیدا کی جاسکتی ہے۔ جیسا کہ ہم آگے چل کر دیکھینگے کہ سیاہ سطح بہ نسبت مجلی سطح کے حرارتی اشعاع کو زیادہ جذب کرتی ہے۔

حرارتی اشعاع اُتنا ہی تیز رفتار ہے جتنا کہ روشنی

ـــــ اس کی تصدیق سورج کے کسوف کامل میں مشاہدہ کی گئی ہے۔ جب سورج پورے طور پر گرہن میں آتا ہے تو روشنی اور حرارت کی شعاعیں دونوں یک لخت موقوف ہو جاتی ہیں۔ لہذا حرارتی اشعاع کی رفتار وُہی ہے جو روشنی کی یعنی تقریباً ۱۸۶۰۰۰ میل فی سکنڈ۔ اس مشاہدہ سے یہ بھی نتیجہ نکلتا ہے کہ حرارتی اشعاع خطوط مستقیم پر ہوتا ہے۔ حرارتی اشعاع چاند کے گرد خم کھانے سے قاصر ہے۔ اس لئے حرارتی سایہ روشنی کے سایہ کے بالکل مطابق اور متناظر ہوتا ہے۔ (ڈنکن سٹارلنگ کا حصہ نور فصل پہلی)۔

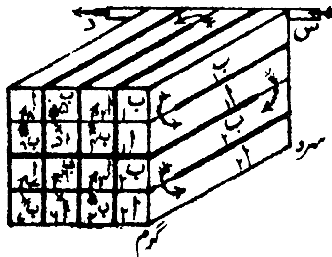
ایتھری تپش نما ـ ایتھری تپش نما (شکل ۵۶) حرارتی اشعاع کے انکشاف کا سہل ترین ذریعہ ہے۔ ۲ اور ب شیشے کے دو جوفے ایک خمیدہ نلی کے ذریعہ سے جوڑے ہیں۔ اِن کے اندر ہوا خارج کرنے کے بعد کچھ ایتھر داخل کردی گئی ہے تاکہ آلہ میں صرف ایتھر اور اُس کے بخارات رہیں۔ جوفہ ۲ پر گہرا سیاہ روغن



شکل ۴۶
ایتھری تپش نما

کر دیا ہے تاکہ جو حرارتی اشعاع اِس پر پڑے وہ جذب ہو سکے چونکہ ایتھر بہت طیران پذیر مائع ہے اس لئے جونہی حرارتی شعاعیں ا میں جذب ہوتی ہیں اور حرارت بڑھتی ہے کچھ ایتھر بخار بن جاتی ہے۔ اِس کا پتا اِس جوف میں بخار کے دباؤ کے اضافہ سے لگتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ ٹ پر ایتھر کی سطح بخار کے دباؤ کی وجہ سے نیچے اُتر آتی ہے اور د والی اُوپر چڑھ جاتی ہے۔

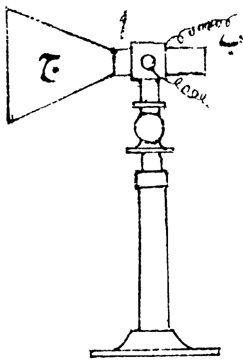
حربرقی انبار ــــ بہت سے تجربوں میں حرارتی اشعاع کے اظہار کے لئے حربرقی انبار کافی عمدہ آلہ ہے بسمتھ (Bismuth) (ا) اور اینٹیمنی (ب) کی سلاخیں شکل ۴۷ کی طرح ترتیب دی گئی ہیں۔ ا اور ب کے اگلے سرے ٹانکے سے جوڑے ہیں اور بقیہ حصہ ابرق سے محجوز ہے $ا_۲$ اور $ب_۲$ کے



شکل ۴۷
حربرقی انبار میں سلاخوں کی ترتیب

پچھلے سرے باہم جوڑے ہیں اور بقیہ حصہ مجوز ہے۔ تمام سلاخیں اسی طرح سے جوڑی گئی ہیں جس جگہ پر سلاخیں ایک دوسری سے مجوز ہیں شکل میں موٹی سطروں سے ظاہر ہے۔ ۱ اور ب۱ پچھلے سروں پر جولے ہیں اور (۱۲ اور ب۲) و (۱۳ اور ب۳) کو بھی اسی طرح جوڑ دیا ہے۔ ۱ اور ب۱ یعنی س اور د کو تاروں سے ملانے پر برقی دور مکمل ہو جاتا ہے۔ اس دور میں مقناطیسی برق پیما بھی شامل کر دیا ہے۔ سلاخوں کے اگلے سرے میں گرم کرنے پر برقی رو پیدا ہوتی ہے اس کی سمت روانی گرم جوڑوں میں بسمتھ سے اینٹیمنی کی جانب اور سرد جوڑوں میں پچھلے سرے پر اینٹیمنی سے بسمتھ کی جانب ہے۔ چنانچہ ایک رو س سے جاری ہو کر سلاخوں کے پہلے انبار کی طرف جاتی ہے۔ پھر ۱ سے ب۲ کی طرف دوسرے انبار تک۔ ۱۲ سے ب۳ کی طرف جاتی ہوئی رو تیسرے انبار میں نیچے وار جاتی ہے پھر اوپر وار جاتی ہوئی بائیں انبار میں سے گزرتی ہے اور د سے خارج ہو جاتی ہے۔ بہت سی سلاخوں کو مذکورہ طریق پر یکجا کرنے کا صرف یہ مقصد ہے کہ محرکہ برق معقول مقدار میں پیدا ہو ورنہ اگر بسمتھ اور اینٹیمنی (Antimony) کی صرف ایک ایک سلاخ لی جاتی تو محرکہ برق بہت کم پیدا ہوتا۔ اگر سلاخوں کے سروں کو سیاہ کر دیا جائے تو حرارتی اشعاع کے جذب ہونے سے برق اور زیادہ پیدا ہوگی۔ سرد اور گرم جوڑوں کی تپش میں جتنا زیادہ فرق ہوگا محرکہ برق اتنا ہی زیادہ پیدا ہوگا۔ حر برقی انبار کی مکمل بحث کے لئے طلبا ڈنکن سٹارلنگ کے حصہ برق کو مطالعہ کریں۔

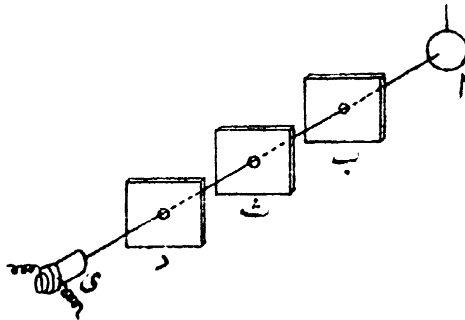
حر برقی انبار اب کو (شکل ۴۸) ایک ٹکین پر لگا دیا ہے تاکہ اوپر یا نیچے جہاں چاہیں انبار کو ٹھہرا سکیں۔ انبار کے ایک جانب ہر سرے پر پیتل کے خول چڑھا دیے جاتے ہیں تاکہ حرارتی اشعاع کی رسائی نہ ہو سکے۔ انبار کی دوسری جانب ایک دھاتی مخروط ج ہے



شکل ۴۸ ۔ حر برقی انبار

جس کی وجہ سے انبار پر زیرِ امتحان جسم کے علاوہ اور کہیں سے حرارتی اشعاع نہیں ہو سکتا۔ علاوہ ازیں یہ مخروط انبار کو ہوا سے بھی محفوظ رکھتا ہے۔

تجربہ ۲۸۔ حراتی اشعاع کا انتقال خطِ مستقیم پر ہوتا ہے —— شکل ۴۹ میں ا اشعاعی حرارت کا منبع ہے جو تپش کی زیادتی کی وجہ سے مثل برقی لمپ کے دہک رہا ہے یا لوہے کا ایک گولا گرم ہو کر سفید ہو گیا ہے۔ ب، ث اور د دھات کے چمکدار پردے ہیں اور ہر پردے میں ایک ایک سوراخ ہے۔ اِن تینوں پردوں کو اِس طرح رکھو کہ سب سوراخ ایک ہی سیدھ میں آجائیں



شکل ۴۹

خطِ مستقیم پر حرارتی اشعاع کا انتقال

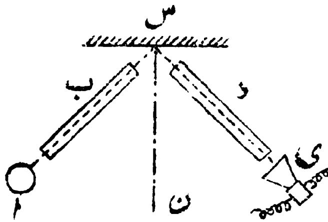
تاکہ ا سے اشعاع کا گذر حر برقی انبار (ی) تک ہو سکے۔ اشعاع کے انبار تک پہنچنے کا ثبوت برقی رَو پیما سے ہو جاتا ہے۔ اگر پردوں کی ترتیب کو بگاڑ دیا جائے کہ سب سوراخ ایک خطِ مستقیم میں نہ رہیں تو برقی رَو پیما سے معلوم ہو جائیگا کہ اشعاع موقوف ہے۔

اشعاعی حرارت کا انعکاس

ہموار سطح سے اشعاعی حرارت کے انعکاس کا قاعدہ یا کلیہ وُہی ہے جو روشنی کے انعکاس کا ۔ یعنی زاویۂ وقوع اور زاویۂ انعکاس دونوں برابر ہوتے ہیں (ڈنکن سٹارلنگ کا حصہ نور ۔ فصل تیسری) ذیل کے تجربہ سے یہ کلیہ ثابت ہو سکتا ہے :۔

تجربہ ۲۹ ۔ اشعاعی حرارت کا انعکاس

شکل ۵۰ میں ا منبع حرارت ہے ۔ ب اور د ٹین کی دو نلیں ہیں جن کو مذکورہ شکل کے بموجب ترتیب دیا گیا ہے۔ ی حربرقی انبار ہے اور س ٹین کی مجلّی عاکس سطح ہے جس سے منعکس ہوکر حرارتی شعاعیں انبار پر جاتی ہیں۔ اگر عاکس سطح کو ہٹالیں تو انبار پہ حرارتی شعاعیں نہ پہنچ سکینگی جس کی تصدیق برقی رَو پیما سے ہوجائیگی عاکس سطح کو پھر اُس جگہ رکھ دو اور اس طرح ترتیب دے لو کہ حربرقی انبار کی وجہ سے جو اثر برقی رَو پیما پر ہوتا ہے وہ زیادہ سے زیادہ ہو۔ اِس صورت میں زاویۂ وقوع ا س ن (عاکس سطح پر س ن عمود ہے) اور زاویۂ انعکاس ی س ن آپس میں برابر ہونگے۔

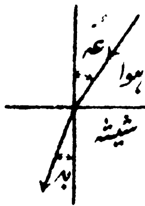


شکل ۵۰
شعاعی حرارت کا انعکاس

اشعاعی حرارت کا انعطاف

جب حرارتی اشعاع ایک واسطہ سے نکل کر دوسرے واسطہ میں داخل ہوتا ہے (مثلاً ہوا سے شیشہ میں) تو اُس کی سمت بدل جاتی ہے مگر جب زاویۂ وقوع ۹۰ کے برابر ہوتا ہے تو اشعاع کی سمت میں کچھ بھی تغیر نہیں ہوتا۔ اس اشعاع اور تنویری شعاع کا قاعدہ یا کلیۂ انعطاف ایک ہی ہے یعنی اشعاع

ایک واسطہ سے دوسرے واسطہ میں داخل ہونے پر اُس کی سمت عمود کی جانب خم کھا جاتی ہے (ڈنکن سٹارلنگ کا حصۂ نور فصل پانچویں)۔ اشعاع کے اِس فعل کو انعطاف کہتے ہیں۔ اِس کی مثال آتشی شیشہ کا وہ عمل ہے جس سے کاغذ وغیرہ کو ماسکہ کے قریب لانے سے جلایا جاسکتا ہے ماسکہ وہ نقطہ ہے جس کی جانب عدسہ سورج کی شعاعوں کو منعطف کرتا ہے۔ اسی وجہ سے پانی بھری شیشہ کی صُراحی میں حرارتی اشعاع کے منعطف ہونے سے بعض اوقات کمرہ کے پردوں میں آگ لگ جاتی ہے۔



شکل ۵۱
حرارتی اشعاع کا انعطاف

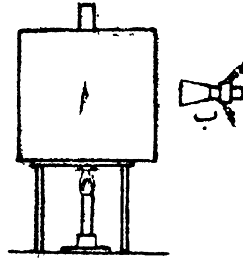
جب منشور میں سُورج کی شعاعیں گزرتی ہیں تو اُن کے منعطف اور منتشر ہونے سے شمسی طیف بنتا ہے۔ اگر اس طیف کا حر برقی انبار سے امتحان کریں تو معلوم ہوگا کہ حرارتی اثر طیف کے بنفشئی سرے پر بالکل خفیف ہوتا ہے اور سُرخ سرے کی جانب بڑھتا جاتا ہے یہاں تک کہ سُرخ سرے سے آگے جہاں روشنی بالکل نہیں ہوتی سب سے زیادہ ہوجاتا ہے (ڈنکن سٹارلنگ کا حصۂ نور فصل نویں)۔

چونکہ سُرخ شعاعوں کا موجی۔ طول بنفشئی شعاعوں سے زیادہ ہوتا ہے اِس لئے مذکورۂ بالا سے ہم یہ نتیجہ اخذ کرسکتے ہیں کہ غیر منور حرارتی اشعاع کا موجی طول اَور بھی زیادہ ہوگا۔

مربع معکوس کا کلیہ ـــــ اشعاعی توانائی کے منبع سے جو حرارت کسی سطح میں بذریعۂ حرارتی اشعاع منتقل ہوتی ہے اُس کا اور نیز اُس فصل کے مربع کا جو سطح اور منبع کے درمیان ہے باہمی تناسب معکوس ہوتا ہے۔

تجربہ نمبر ۳۰۔ مربع معکوس کے کُلیہ کا

ثبوت ـــــ شکل ۵۲ میں تانبے کے ایک بڑے مکعب ا میں پانی بھرا ہے جس کی تپش کو بنسنی شعلہ سے نقطۂ جوش پر مستقل رکھا جاتا ہے مکعب کے ایک رُخ سے جس قدر حرارت خارج ہوتی ہے وہ حر برقی انبار ب میں داخل ہو جاتی ہے انبار پر ایک مخروطی ٹوپی چڑھا دی جاتی ہے

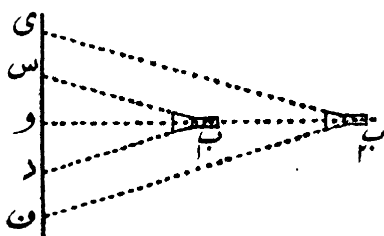


شکل ۵۲
مکعب لیزلی

اگر انبار اس پہلو سے کچھ زیادہ فاصلہ پر نہیں ہے تو انبار میں حرارت کے منتقل ہونے سے حرارتی اشعاع کا ایک مخروط بن جاتا ہے جس کی چوٹی حر برقی انبار پر اور پینیدی مکعب کے پہلو پر ہوتی ہے۔ پہلو اور انبار کے درمیانی فصل گھٹانے بڑھانے سے برقی رَوپیا کے مطالعات پر کچھ اثر نہ ہوگا جس کے معنی یہ ہیں کہ انبار کی مدخولہ حرارت میں تغیر نہیں ہوتا۔

جب انبار ب پر ہے (شکل ۵۳) تو شعاعوں کے مخروط کی پینیدی کا قطر س د ہے مگر جب انبار کو ب پر منتقل کیا جاتا ہے تو قطر ی ف ہو جاتا ہے۔ مخروطی ٹوپی کی وجہ سے مخروط ب س د اور ب ی ف یکساں ہیں۔ لہٰذا اُن کی پینیدیوں کے رقبوں کی نسبت و ب^2/و ب^2 کے برابر ہے اس لئے حرارتی سطح جس سے شعاعیں خارج ہو کر انبار میں

داخل ہوتی ہیں فاصلہ کے مربع کے ساتھ ساتھ بڑھتی



شکل ۵۳
مربع معکوس کا کلیہ

رہتی ہے لہذا مکعب کے پہلو کے اکائی رقبہ سے انبار میں جانیوالی حرارت کی مقدار میں معکوسی تغیر فاصلہ کے مربع کے بموجب ہوتا ہے۔

منبعِ حرارت کی استعداد اشعاع ــــ ایک ہی تپش پر متفرق سطحوں کی اشعاعی استعداد مختلف ہوتی ہے۔ اِس کا انحصار محض نوعیت سطح اور تپش پر ہوتا ہے۔ کسی سطح کی استعداد عموماً سیاہ سطح کی استعداد کی اضافت سے بیان کی جاتی ہے اور یہ استعداد سو فرض کی جاتی ہے۔

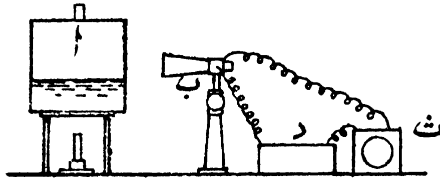
تجربہ ۳۱۔ متفرق سطحوں کی اشعاعی استعداد ــــ

۱ ایک لیزلی[1] کا مکعب ہے جس کا ایک پہلو کاجل سے سیاہ اور دُوسرا چمکدار ہے، تیسری جانب کمدر تانبا اور چوتھی جانب کاغذ لگا ہؤا ہے۔ مکعب میں آہستہ آہستہ پانی جوش دو اور حربرقی انبار ب کے سامنے ایک ہی فاصلہ پر ہر پہلو کو نمبروار رکھو (شکل ۵۴)۔ ایک نازک برقی رَو پیما ث اور صندوقچہ مزاحمت د انبار کے ساتھ دَور میں شامل کر لئے جائیں۔

---

[1] Leslie

ملعب کو علیحدہ کر کے یا حر برقی انبار پہ پردہ ڈال کر برقی رَو پیما



شکل ۵۴

متفرق سطحات کی اشعاعی استعداد کا دریافت کرنا

اور پیمانہ کو اِس طرح ترتیب دے لیا جائے کہ مطالعہ صفر ہو۔ اب سیاہ سطح کو انبار کے سامنے کرو اور مزاحمت کو گھٹاؤ بڑھاؤ تا کہ برقی رَو پیما میں زیادہ سے زیادہ انصراف ہو۔ جب مطالعہ مستقل ہوجائے تو اُسے لکھ لو۔ ملعب کی بقیہ سطحوں کے متعلق بھی اسی طرح سے مطالعات لے لئے جائیں مگر ہر مرتبہ یہ خیال رکھنا چاہیئے کہ اشعاع کے مخروط کی پینڈی بالکل سطح کے برابر ہو جائے اور دَور کی مزاحمت میں تغیر نہ ہونے پائے۔ برقی رَو پیما کے انصرافوں میں جو نسبت ہوگی ملعب کی سطحوں کی اشعاعی استعداد کی نسبت ہوگی۔
ذیل کی فہرست کے بموجب مطالعات کا اندراج کیا جائے:

اشعاعی استعداد کا تجربہ

سطح	برقی رَو پیما کا انصراف	اشعاعی استعداد
سیاہ	۴۴۲	۱۰۰
چمکدار	۲۱۲	$\frac{۲۱۲}{۴۴۲} \times ۱۰۰ = ۴۷٫۹$
مکدر تانبا	۳۴۸	$\frac{۳۴۸}{۴۴۲} \times ۱۰۰ = ۷۸٫۷$
کاغذ چڑھی ہوئی	۳۹۵	$\frac{۳۹۵}{۴۴۲} \times ۱۰۰ = ۸۹٫۲$

کسی سطح کی اخراجیت کی تعریف اکثر اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ وہ مقدارِ حرارت ہے جو سطح کے اکائی رقبہ سے فی ثانیہ خارج ہو بشرطیکہ سطح اور ماحول کی تپشوں میں صرف ایک درجہ کا فرق رہے۔ مذکورہ بالا تجربہ سے معلوم ہو جائیگا کہ سیاہ سطح کے مقابلہ میں چمکدار سطح سے اشعاعی حرارت کم خارج ہوتی ہے۔ تھرماس (Thermos) صُراحی اسی اُصول پر ایجاد ہوئی ہے۔ اسی طرح سے اور بہت سے برتن بھی بنائے جاتے ہیں جن کے اندر سے ہوا کو بالکل خارج کر دینے سے خلا پیدا کر دیا جاتا ہے تاکہ اُن میں مائع ہوا اور دیگر نہایت سرد مائعات رکھے جاسکیں۔ یہ برتن دُہرے شیشہ کے بنائے جاتے ہیں اور درمیانی حصّہ کی ہوا خارج کردی جاتی ہے۔ اطراف میں چاندی کی قلعی کردی جاتی ہے۔ خلا کی وجہ سے ایصال میں اور مجلّی سطح کی وجہ سے اشعاع میں نہایت تخفیف ہو جاتی ہے لہٰذا ایسے ظرف میں سرد یا گرم مائع کی تپش ایک عرصہ تک قریب قریب مستقل رہتی ہے۔

حرگزاری — جب کسی جسم میں سے اشعاع ہوتا ہے تو کچھ حرارت جذب ہو جاتی ہے جس کا ثبوت جسم کی تپش بڑھ جانے سے ہو جاتا ہے۔ بقیہ حرارت جسم میں ہو کر گذرتی ہے اور جسم سے باہر حرارتی اشعاع کی صورت میں برآمد ہوتی ہے۔ منتقلہ حرارت کا انحصار حرارتی اشعاع کے موجی طول پر ہے مگر جذب شدہ حرارت کا دارومدار محض نوعیتِ جسم پر ہے۔ جس مُوجی۔ طول " کے اشعاع کو جسم گزر جانے دیتا ہے اُس کو اس اشعاع کے لئے حرگذار کہتے ہیں اور جس مُوجی۔ طول " کا اشعاع کسی جسم میں جذب ہو جاتا ہے اس جسم کو اس شعاع کے لئے ناحرگذار کہتے ہیں۔

شیشہ ایک قسم کے حرارتی اشعاع کے لئے حرگذار اور دوسری قسم کے لئے ناحرگذار ہے۔ جب سورج کا اشعاع شیشہ میں گزرتا ہے

تو اُس میں نہایت قلیل تخفیف ہوتی ہے لہذا شیشہ کی تپش میں کوئی معقول اضافہ نہیں ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے شیشہ کے پودہ گھر کی اندرونی تپش کافی زیادہ ہوتی ہے۔ لیکن معمولی آگ کے اشعاع کو شیشہ پورے طور سے منتقل نہیں کرتا اور اسی وجہ سے آتشی پردے شیشہ کے بنائے جاتے ہیں۔ یہ پردے آگ کے سامنے رکھنے سے حرارتی اشعاع کو معقول مقدار میں جذب کرنے کی وجہ سے زیادہ گرم ہو جاتے ہیں۔ کوہستانی نمک نہایت غیر منور اشعاع کے لئے ایک حد تک حرگذار ہے۔

حرگزاری کے تجربوں میں حرارتی اشعاع کی نوعیت بیان کردینی چاہیئے اس لئے کہ "موجی۔طول" نہ معلوم ہونے پر نتائج کی صحیح ترجمانی نہ ہو سکے گی۔

اگر کوئی جسم کسی قسم کے اشعاع کو بخوبی جذب کرتا ہے تو وہ اسی قسم کے اشعاع کو خارج کرنے کی بھی بخوبی استعداد رکھتا ہے۔ چنانچہ ایک سیاہ سطح حرارتی اشعاع کو بخوبی خارج اور جذب کرتی ہے چینی کی رکابی کے سیاہ نقوش اس وجہ سے نمایاں ہوتے ہیں کہ روشن شعاعیں رکابی کے سیاہ نقوش میں جذب ہو جاتی ہیں اور اُس کے سفید میدان سے منتشر ہوتی ہیں۔ اگر رکابی کو کافی تپش تک گرم کریں تو میدان سیاہ اور نقوش سفید معلوم ہونگے۔ اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ اعلیٰ جاذب عمدہ اشعاع انگیز بھی ہوتا ہے۔

اکائی مکعب سے منتقلہ حرارتی اشعاع اور عمودی سمت میں مکعب کے ایک پہلو پر پڑنے والے حرارتی اشعاع کی نسبت کو مکعب کے جسم کی **استعدادِ انتقال** کہتے ہیں۔

لہذا انتقالی استعداد = τ = $\dfrac{\text{منتقلہ اشعاع}}{\text{واقع اشعاع}}$

تجربہ ۳۲۔ مختلف جسموں کی استعدادِ انتقال۔

حربرقی انبار اور لیزلی مکعب مرتبہ تجربہ ۳۱ صفحہ (۱۲۰) استعمال کیا جائے۔ فرض کرو کہ برقی رو پیما کے انصراف کا مطالعہ θ ہے۔

اب زیرِ امتحان جسم کو مکعب اور انبار کے درمیان رکھ دو تاکہ اِس جسم میں گذرنے کے بعد حرارتی اشعاع انبار میں جائے۔ برقی رَو پیما کے انصراف کو اب پھر مطالعہ کرو فرض کرو کہ یہ مطالعہ $ط_م$ ہے۔ اگر جسم کی ضخامت ض سنتی میٹر ہے تو

$$\text{استعدادِ انتقال} = ا = \left(\frac{ط_م}{ط}\right)^{\frac{1}{ض}}$$

اسی طریقہ سے نیلے سُرخ اور سفید شیشہ کی استعدادِ انتقال دریافت کرلو مذکورہ مساوات اس طرح حاصل ہوتی ہے:۔

جب منبعِ اشعاع اور انبار کے درمیان کوئی جسم حائل نہیں ہے تو انصرافِ رَو پیما = ط ـــــ ایک سنتی میٹر موٹی چادر حائل کردی جائے تو انصراف $ط_م$

$$\text{لہذا} \quad ا = \frac{ط_م}{ط}$$

اگر چادر پر وقوع پذیر مقدارِ حرارت ح ہے تو منتقلہ حرارت

$$ح\,ا = ح \frac{ط_م}{ط}$$

فرض کرو کہ اِس چادر سے جس قدر حرارت منتقل ہوتی ہے وہ ایک اکائی موٹی دوسری چادر میں داخل ہو جاتی ہے جو پہلی چادر سے متصل ہے (شکل ۵۵) تو اس دُوسری چادر سے منتقلہ حرارت

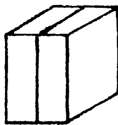
$$ح\,ا \times ا = ح\,ا^2$$

اب اگر برقی رَو پیما کا انصراف $ط_2$ ہے تو منتقلہ حرارت $= ح \frac{ط_2}{ط}$ ہوگی۔

$$\text{لہذا} \quad ح\,ا^2 = ح \frac{ط_2}{ط}$$

$$\text{یا} \quad ا = \sqrt{\frac{ط_2}{ط}}$$

اگر ایک ایک سنتی میٹر موٹی تین چادریں استعمال کی جائیں



شکل ۵۵

اور انصراف ط۳ ہو تو

$$\text{۲} = \sqrt[3]{\frac{\text{ط}_{۳}}{\text{ط}}}$$

لہٰذا اگر چادر کی ضخامت ض سمر اور انصراف طہ ض

تو

$$\text{۲} = \left(\frac{\text{ط}_{\text{ض}}}{\text{ط}}\right)^{\frac{۱}{\text{ض}}}$$

مائعات اور گیسوں کی حرگزاری — کسی مائع کے خواصِ انجذاب دریافت کرنے کے لئے تجربہ ۱۲۲ میں چادر کی بجائے ایک ایسا خانہ استعمال کیا جائے جس میں مائع بھرا جا سکے۔ تجربات سے معلوم ہُوا ہے کہ اشعاعی حرارت کے لئے خالص اور نمکین پانی بہت غیر شفاف ہیں۔

بخار اور گیس کی حرگزاری دریافت کرنے کے تجربہ میں ٹنڈل[1] نے گیس کو ایک نلی میں بھرا اور دونوں سروں پر کوہستانی نمک کی ڈاٹ لگا دی۔ حرارتی شعاعیں نمک میں نہایت کم جذب ہوتی ہیں۔ نلی کے ایک سرے پر منبع حرارت اور دُوسرے سرے پر حر برقی انبار لگایا گیا۔ آلہ کو زیادہ حساس اس طرح بنایا گیا کہ انبار کے ہر سرے پر ایک ایک قیف لگا دیا گیا، ایک کا رُخ امتحانی نلی کی جانب تھا اور دوسری کا ایک دُوسرے مبداءِ حرارت کی جانب۔ آخر الذکر مبداء کو ترتیب دیکر حر برقی انبار پر امتحانی نلی سے خارج ہونے والی شعاعوں کا حرارتی اثر معدوم کر دیا گیا ہے۔ پہلے نلی سے ہوا خارج کر دی گئی اور مبداءِ حرارت نمبر دویم کو اِس انداز پر لایا گیا کہ برقی رو پیما کی سُوئی صفر پر آ گئی۔ اِس کے بعد نلی میں گیس بھر دی گئی اور جو کچھ انصراف پیدا ہُوا نوٹ کر لیا گیا۔

اِس طرح یہ بتایا جا سکتا ہے کہ صاف و خشک ہوا، آکسیجن، نائیٹروجن

---

[1] Tyndall

اور ہائیڈروجن میں اشعاعی حرارت بہت ہی کم جذب ہوتی ہے۔ مگر امونیا اور ایتھیلین (Ethylene) گیس میں کثیر مقدار جذب ہوجاتی ہے۔ اگر ہوا کی جذب شدہ حرارت کو اکائی مان لیں تو امونیا کی جذب شدہ حرارت تقریباً بارہ سو ہوگی۔

ساتویں فصل کی مشقیں

۱۔ انتقالِ حرارت بذریعہ اشعاع کی مختصر تشریح کرو اور ثابت کرو کہ اس قسم کے انتقالِ حرارت کے لئے کسی مادّی واسطہ کی ضرورت نہیں۔

۲۔ اس کا ثبوت دو کہ اشعاع کی رفتار وُہی ہے جو روشنی کی۔

۳۔ خاکہ کھینچکر حر برقی انبار کی ساخت سمجھاؤ اور اُس کا عمل بیان کرو۔

۴۔ ایک تجربہ بیان کرو جس سے ظاہر ہو کہ حرارتی اشعاع کا انتقال خطِ مستقیم میں ہوتا ہے۔

۵۔ یہ کیسے ثابت کیا جاتا ہے کہ روشنی اور حرارتی اشعاع کے انعکاس کا کلیہ ایک ہی ہے۔

۶۔ بیان کرو سورج کی حرارتی شعاعوں کو کیسے منعطف کر سکتے ہیں۔

۷۔ ایک تجربہ بیان کرو جس سے ثابت ہو کہ منبع حرارت اور سطح کے درمیانی فصل کے مربع اور سطح پر موصولہ حرارت میں تناسبِ معکوسی ہوتا ہے۔

۸۔ بیان کرو کہ مختلف سطحوں کی اشعاعی استعداد کا مقابلہ کیسے کرتے ہیں۔

۹۔ ڈیوار[1] صراحی کی ساخت اور اصولِ مشمولہ کی تشریح بیان کرو۔

۱۰۔ حرگزاری سے کیا مراد ہے مختصراً بیان کرو اور مثالیں بھی دو۔ اشعاعی حرارت کے لئے کسی دو نیم شفاف جسموں کی انجذابی طاقتوں کا مقابلہ کیسے کیا جاتا ہے۔

۱۱۔ ثابت کرو کہ اشعاع کے اعلیٰ خارج عمدہ جاذب بھی ہوتے ہیں۔

۱۲۔ بیان کرو کہ حرارتی اشعاع کے لئے کسی شے کی استعدادِ انتقال کیسے دریافت کی جاتی ہے۔

۱۳۔ گرم جسم سے حرارت کتنے طریقوں سے ضائع ہوتی ہے اور بتاؤ کہ اس تضییع کا دفعیہ کیسے کرتے ہیں۔ اس کی عملی مثالیں بھی دو۔

۱۴۔ بتاؤ کہ سورج کی گرمی سے شیشہ کا پودگھر کیسے گرم ہوجاتا ہے۔ آتشی پردے شیشہ کے کیوں بنائے جاتے ہیں۔

۱۵۔ ایک مخصوص موجی۔ طول کا حرارتی اشعاع شیشہ میں ۱ مم گذرنے پر اپنی توانائی کا ۱۲ء۰ حصہ منتقل کردیتا ہے۔ بتاؤ کہ ۲۶۵ مم شیشہ میں گذرنے کے بعد اشعاع کی حدت کیا ہوگی۔

۱۶۔ ایسے تین مشاہدے بیان کرو جن سے اشعاعی حرارت اور روشنی کی نوعیت یکساں ثابت ہو۔

کسی جسم کے اشعاع پر جسم کی معمولی تپش میں سفید حرارت تک اضافہ کر دینے سے کیا اثر ہوتا ہے۔

(جامعہ لندن)

---

[1] Dewar

آٹھویں فصل

گیسوں کے خواص

بخار اور گیس میں فرق۔۔۔۔۔۔۔گیس کی دو قسمیں ہیں بخار اور **مستقل گیس**۔ دباؤ کو بڑھانے اور تپش کو گھٹانے سے ہر ایک گیس کو مائع کر سکتے ہیں۔ مستقل گیس کے لئے دباؤ کی زیادتی اور تخفیفِ تپش ضروری ہیں لیکن بخار کے واسطے محض دباؤ کافی ہوتا ہے لہذا وہ گیس جو آسانی سے مائع نہ کی جا سکے مستقل گیس کہلائے جانے کی مستحق ہے۔ ہوا، آکسیجن، ہائیڈروجن، نائٹروجن، وغیرہ کرۂ ہوا کے معمولی دباؤ اور تپش پر مستقل گیس کی مثالیں ہیں۔ بھاپ کو جبکہ دیگچی میں کچھ اُبلتا ہوا پانی بھی باقی ہو محض دباؤ سے بستہ کر سکتے ہیں۔ بخار کی یہ ایک مثال ہے۔

گیس کا دباؤ۔۔۔۔۔۔جیسا کہ صفحہ ۶۸ پر بیان ہو چکا ہے کہ برتن کے اندر گیس کے سالمات نہایت تیزی سے اِدھر اُدھر ہر سمت میں چکر لگاتے اور برتن کے پہلوؤں سے ٹکراتے ہیں۔ سالمات کے اس متواتر تصادم سے ان پہلوؤں پر دباؤ پڑتا ہے اور اکائی رقبہ کے مجموعی دباؤ کو گیس کا دباؤ کہتے ہیں۔ کرۂ ہوائی کا دباؤ بارپیما سے معلوم کیا جاتا ہے۔ (دیکھو طبیعیات حرکت صفحہ ۲۱۶۔ تجربہ ۴۱)۔

بارپیما میں پارے کے اُسطوانہ کی بلندی کا انحصار کرۂ ہوا کی

تپش اور دباؤ پر ہوتا ہے۔صفر درجہ مئی پر معیاری بلندی ۷۶ سمر مان لی گئی ہے۔پارے کی کثافت ۱۳٫۵۹۵ گرام فی مکعب سمر ہے لہذا اس معیاری بلندی کے مطابق کرۂ ہوا کا دباؤ ۱۳٫۵۹×۷۶=۱۰۳۲٫۸ گرام یا ۱٫۰۳۲۸ کلوگرام فی مربع سمر ہے۔بارپیما کے مطالعہ سے سیمابی اسطوانہ کی بلندی معلوم ہوتی ہے اور کرۂ ہوا کا دباؤ اس بلندی کے مطابق ہوتا ہے۔

گیسی دباؤ کی اکائی کرۂ ہوائی کا دباؤ ہے جو ۰م پر ۷۶ سمر بلند سیمابی اسطوانہ کے دباؤ کے برابر ہے۔مذکورۂ بالا حساب سے معلوم ہوجائیگا کہ ایک کرۂ ہوائی کا دباؤ قریب ایک کلوگرام فی مربع سمر کے برابر ہوتا ہے۔ برطانوی نظام میں ایک کرۂ ہوائی کا دباؤ تیس انچ (۷۶٫۲ سمر) پارے کے دباؤ کے برابر تسلیم کیا گیا ہے جو تقریباً ۱۴٫۷ پونڈ فی مربع انچ کے دباؤ کے برابر ہے۔

علم حوادث سماوی[ا] میں دباؤ کی اکائی میگا بار (Megabar) ہے جو ۴۵° عرض البلد کی سطح بحر سے ۷۵٫۰ مم بلند پارے کے اسطوانے کے برابر ہے بشرطیکہ پارے کی تپش صفر درجہ مئی ہو۔ ایک بار (Bar) = ایک ڈائن فی مربع سمر۔

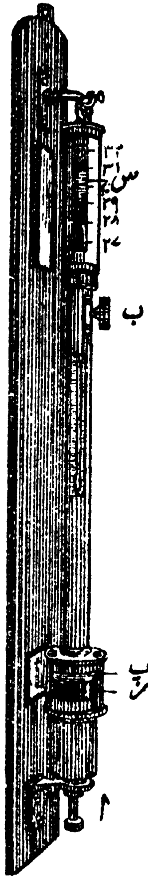
جیسا کہ طبیعیات حرکت صفحہ ۱۴۳ پر بیان کیا گیا ہے اگر گیس کا دباؤ دریافت کرنے کا آلہ ایسا ہے جس سے گیس اور کرۂ ہوائی کے دباؤ کا فرق ظاہر ہوتا ہے تو اس فرق کو پیمائی دباؤ کہتے ہیں۔ اگر گیس کا مطلق دباؤ معلوم کرنا ہے تو کامل خلا کی ضرورت ہوگی یعنی ایسی فضا جس میں گیس نہ ہو اور اس وجہ سے اس کا مطلق دباؤ صفر ہو۔ مگر مرصود پیمائی دباؤ میں کرۂ ہوائی کا دباؤ اضافہ کرنے سے گیس کے مطلق دباؤ کا حساب لگایا جاسکتا ہے۔

اقسام بارپیما ——— (شکل ۷۶ا) فورٹن[۲] معیاری بارپیما میں چ ایک چھوٹی نوکیلی میخ ہوتی ہے۔مطالعہ لینے سے پیشتر

[ا] Meteorology

[۲] Fortin

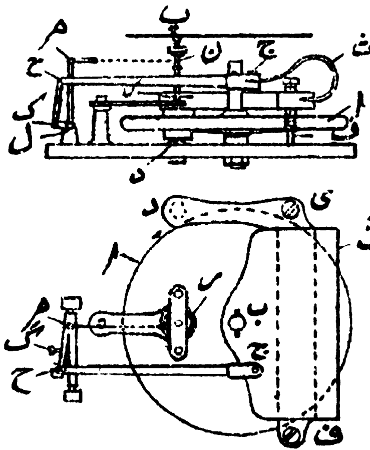
سیماب کے ظرف ر کو پیچ ا کے ذریعہ سے اُوپر نیچے کرتے ہیں تاکہ سطح سیماب پ کی نوک تک آجائے۔ بارپیما کے بالائی حصہ میں ایک پیمانہ لگا ہوتا ہے جس کا صفر پیچ پ کا ہمسطح ہوتا ہے۔ پیمانہ میں ایک پھسلواں کسر پیما بھی ہوتا ہے جو ایک پیچ ب کے ذریعہ عمل کرتا ہے۔ ظرف ر اور پیمانہ س کی پشت پر آئینے لگے ہیں۔ مطالعہ کرنے سے قبل پیالہ ر کی سطح سیماب کو صحیح کرلیا جائے تب آنکھ کو سیمابی اُسطوانہ کی بالائی سطح کے برابر لایا جائے (اِس عمل میں آئینہ سے مدد ملتی ہے) اور پیچ ب کے ذریعہ کسرپیما کو اُوپر نیچے کیا جائے تاکہ کسرپیما اور سیمابی اُسطوانے کے بالائی سرے ہمسطح ہوجائیں۔ اب پیمانہ اور کسرپیما کو پڑھ سکتے ہیں۔ بارپیما کے قریب ہی ایک تپش پیما ہوتا ہے تاکہ بارپیما کے مطالعہ کے وقت تپش بھی مطالعہ کی جاسکے۔ اِس تپش کا علم اس وجہ سے ضروری ہے کہ پارے کی کثافت میں حرارت کے اثر سے جو کچھ کمی زیادتی ہوگئی ہے اِس کی تصحیح کی جاسکے۔



شکل ۵۶
نورٹن کا بارپیما

بے مائع بارپیما (شکل ۵۷) اِس بارپیما کے عمل کا انحصار اُس حرکت پر ہے جو کرۂ ہوا کے دباؤ کے تغیرات کی وجہ سے مدوّر

اور منہ بند صندوقچہ ا کے لچکدار ڈھکن اور پیندے میں ہیبدا ہوتی ہے۔ اس صندوقچہ کو آلہ کے پائدان پر لگا دیا ہے اور ہوا اس میں سے خارج کر دی گئی ہے۔ ا کے ڈھکن میں ب پر ایک مضبوط کمانی ش لگی ہے۔ کمانی ایک چوکھٹے کے اندر ہے جو پائدان میں د کی جگہ جڑا ہوا ہے اور ی اور ف دو سہارے کے پیچ ہیں۔ کمانی میں ج پر ایک سلاخ ج ح لگی ہے۔ جو کمانی کی چال کو بیرم ح ک، ک ل، ل م کے ذریعہ سے باریک



شکل ۵۷
بے مائع بارپیما

زنجیر م ن تک منتقل کر دیتی ہے۔ یہ زنجیر ایک دوسری سلاخ پر لپٹی ہے جس میں نمائندہ پ لگا ہے۔ یہ نمائندہ ایک ڈائل پر چکر لگاتا ہے جس کی درجہ بندی سیمابی بارپیما کے لحاظ سے کی گئی ہے۔ اگر سیمابی بارپیما کے پیمانۂ انچ کے لحاظ سے اس حلقہ کی درجہ بندی کی گئی ہے

تو ڈائل کے درجے دباؤ کو انچوں میں ورنہ سنتی میٹروں میں ظاہر کرینگے۔
س پر ایک بال کمانی ہے جو زنجیر کو تانے رکھتی ہے۔ پیچ ک کے ذریعہ سے بیرم ک ل کو گھٹا بڑھا سکتے ہیں۔ ی اور ف بھی پیچوں کا کام دیتے ہیں۔

کچھ عرصہ کے بعد اس قسم کے بارپیما کمانی ث اور صندوقچہ ا کی دھات کی لچک میں کمی ہو جانے کی وجہ سے خراب ہو جاتے ہیں لہذا وقتاً فوقتاً اُن کا مقابلہ سیمابی بارپیما سے کرلینا چاہیئے۔ اگر سلاخ ج ح میں ایک بیرم کے ذریعہ پنسل لگا دیا جائے تو سلاخ کی حرکت سے اُس کاغذ پر ایک ترسیم بن جائیگی جو ایک متحرک ڈھول کے گرد لپٹا ہوا ہے۔ یہ ڈھول ایک کلاک کے ذریعہ چلایا جاتا ہے۔ اس ترسیم کے فصلہ سے وقت اور معین سے بارپیما کی بلندیاں معلوم ہو جائینگی۔ اِس قسم کے بارپیما کو بار نگار کہتے ہیں۔

اغلاطِ معیاری سیمابی بارپیما — اگر پارے کی تپش صفر درجہ ہی ہے اور بارپیما ۴۵° عرض البلد کی سطح بحر پر رکھا ہوا ہے تو پارے کی بلندی ۷۶ سم ہوگی۔ اِس بلندی کو معیاری بارپیمائی بلندی کہتے ہیں۔ بارپیما کے جملہ مطالعات اِس معیار کے لحاظ سے بیان کئے جاتے ہیں:—

ذیل کے طریقہ سے بارپیما کے مطالعہ کو صحیح کیا جاتا ہے:

(۱) پھیلاؤ کی وجہ سے پارے کی کثافت میں جو تغیر ہوجاتا ہے اُس کے لئے تصحیح (شکل ۵۸)۔

فرض کرو ب = ت° مئی پر مشہود بلندی سنتی میٹر میں۔
ب٠ = بلندی سنتی میٹر میں جس کا ٠° م پر وہی دباؤ ہے جو ب کا۔
ک = پارے کی کثافت ت° م پر۔
ک٠ = پارے کی کثافت ٠° م پر۔
ش = پارے کے مکعب پھیلاؤ کی شرح = ۰.۰۰۰۱۸۱
اِس لئے ب٠ ک٠ = ب ک

نیز ک = ک (۱ + ش م ت) صفحہ ۳۶

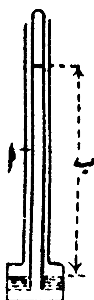
∴ ب = ب (۱ − ش م ت) ..... (۱)

لہٰذا بار پیما کے مطالعہ کو پارے کی کثافت کی تبدیلی کے لئے صحیح کرنے کی غرض سے مرصود بلندی کو (۱ − ش م ت) سے ضرب دے لیا جائے۔



شکل ۵۸

(۲) پھیلاؤ کی وجہ سے پیمانہ کے مطالعات میں فرق اور اس کی تصحیح — فورٹن[1] بار پیما میں پیتل کی نلی ۲ پر پیمانہ بنا ہے (شکل ۵۹) تپش کے زیادہ ہونے پر اس نلی کا طول بڑھ جاتا ہے اس لئے ۰° مر کے علاوہ ہر ایک تپش پر مرصود بلندی جو اس پیمانہ سے پڑھی جائے اصلی بلندی سے کم ہوگی۔



شکل ۵۹

فرض کرو ب = ت° مئی پر مرصود بلندی — سنتی میٹر میں

ب = بلندی سمر میں یا جو پیمانہ کی تپش ۰° مر ہونے کی حالت میں مطالعہ کی جائے۔

ش = پیتل کے طولی پھیلاؤ کی شرح = ۰.۰۰۰۱۹

تپش میں ت° سے ۰° مر تک تخفیف ہونے کی وجہ سے نلی ۲ کے

[1] Fortin

طول میں تغیر = ب ش ت

لہذا　ب. = ب + ب ش ت = ب (۱ + ش ت) ..... (۲)

اِس لئے پیمانہ کے پھیلاؤ کی وجہ سے جو غلطی مرصود بلندی میں بڑھ جاتی ہے اُس کو دُور کرنے کی غرض سے مطالعہ کو (۱ + ش ت) سے ضرب دے لیا جائے۔

بلندی ب کو (پارے اور پیمانہ کے پھیلاؤ کے لئے تصحیح شدہ) مندرجہ ذیل طریقہ سے بھی معلوم کر سکتے ہیں۔

فرض کرو　ب = مرصود بلندی

ب. = ب (۱ - شم ت) (۱ + ش ت)

= ب (۱ + ش ت - شم ت - شم ش ت۲)

جس رقم میں شم ب شامل ہو اُس کو نظر انداز کر سکتے ہیں کیونکہ ہر دو شم اور ش نہایت ہی خفیف مقداریں ہیں اس لئے ہم یوں لکھ سکتے ہیں:-

ب. = ب {۱ + ت (ش - شم)}

= ب {۱ + ت (۰۰۰۰۱۹ء - ۰۰۰۱۸۱ء)}

= ب (۱ - ۰۰۰۱۶۲ء ت) .... (۳)

(۳) تجاذبی قوت کے تغیرات کا پارے پر اثر اور اُس کی تصحیح

(شکل ۵۸) - جاذبہ کی وجہ سے اسراع ج کی قیمت کا انحصار سطح بحر سے اُوپر بلندی اور عرض البلد پر ہے۔ (طبیعیات حرکت صفحہ ۵۲) - لہذا فی مکعب سنتی میتر پارے کا وزن جگہ کے لحاظ سے گھٹتا بڑھتا رہتا ہے۔ اگر بار پیما ایسے مقام پر رکھا ہو کہ جس کی بلندی سطح بحر سے 'ب' میتر اور عرض البلد ع ہے تو مرصود بلندی کو ۴۵° عرض البلد کے لحاظ سے صحیح کرنے کی غرض سے

۱ - ۰۰۲۶ء۰ جم ۲ع - ب ۰۰۰۰۰۰۲ء　　　(۴)

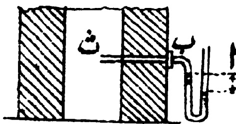
سے ضرب دے لیا جائے۔

یہ تصحیح تقریباً ۱۳ء۰ ممر فی ہزار میتر بالائے سطحِ بحر کے برابر ہے۔ اس کو مرصود مطالعہ میں سے منہا کرنا چاہیئے۔

۴۔ **پارے کے بخارات کے لئے تصحیح** ۔ نلی میں پارے کی سطح کے اُوپر پارے کے بخارات ہوتے ہیں جو پارے کو دباتے ہیں جس کی وجہ سے پارا کچھ نیچے اُتر جاتا ہے۔ اس کے لئے ایک چھوٹا سا عددِ تصحیح ۰۰۰۲ء، ت سمر ہے اس کو مطالعہ میں جمع کر لینا چاہیئے۔ یہاں ت سے مراد تپش مئی ہے۔

۵۔ **شعریت کے لئے تصحیح** ۔ سطحی تناؤ کی وجہ سے پارا نیچے اُتر جاتا ہے۔ نلی جتنی تنگ ہوتی ہے اُسی قدر یہ اثر بھی زیادہ ہوتا ہے۔ نلی کے اندرونی حصّے کو صاف کرنے کا طریقہ بھی اُتار کی مقدار پر اثر کرتا ہے۔ عددِ تصحیح جو مرصود مطالعہ میں شامل کیا جائے ہر آلہ کے لئے معیّن ہے۔ بار پیما کا مقابلہ معیاری بار پیما سے کرنے پر یہ عدد ٹھیک ٹھیک معلوم ہو جاتا ہے اور تقریباً ۰۰۲ء سمر کے برابر ہے۔ جس کو مشاہدہ شدہ مطالعہ میں شامل کیا جاتا ہے۔

فشار پیما کی قسمیں ۔ فشار پیما وہ آلہ ہے جس سے مظروف گیس کا دباؤ پیمائش کیا جاتا ہے۔ عام طور پر اس قسم کے آلے برتن کے اندر گیس اور کرۂ ہوائی کے دباؤ کے فرق کو بتاتے ہیں۔ اگر یہ فرق کم ہو تو بجائے فشار پیما کے لا نما ناپ استعمال کیا جائے جیسا کہ جوشدان کی چمنی یا جلانے کی گیس کی نلی میں دباؤ معلوم کرنے کی غرض سے لانما ناپ استعمال کیا جاتا ہے۔ چمنی کے لئے مستعملہ ناپ کا خاکہ شکل ۶۰ میں درج ہے۔ ا ایک لانما نلی ہے جس میں پانی بھرا ہے نلی کے بیرونی جانب پیمانہ چسپاں ہے تاکہ نلی کے دونوں بازوؤں کی سطح کا فرق پڑھا جا سکے۔ آہنی نلی ب ث کے ذریعہ سے نلی کے ایک بازو کا تعلق چمنی کے اندرونی حصّہ سے ہے مگر چمنی کا دوسرا بازو کھلا ہے۔ جیسا کہ بیان کیا گیا ہے عمل کے دَوران میں کرۂ ہوائی کا اعظم دباؤ پانی کی سطحوں میں تغیر پیدا کر دیتا ہے۔ سطحات کے فرقِ ب کو ڈرافٹ (Draught) چمنی کہتے ہیں۔



شکل ۶۰
لانما پیمانہ

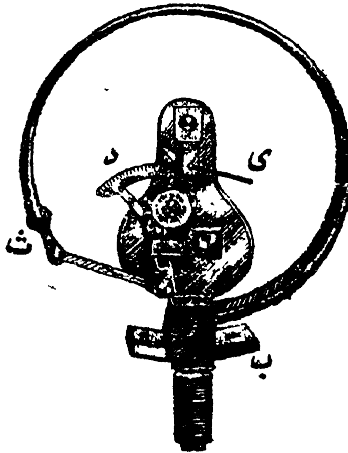
اور اکثر اس کو پانی کے انچوں میں بیان کیا جاتا ہے۔ اگر سطحات میں فرق زیادہ ہے تو

پارا استعمال کر سکتے ہیں۔ اندرونِ ظرف کے مطلق دباؤ کا حساب جبریہ طریقہ سے فشار پیما کے مطالعہ میں بار پیما کے مطالعہ کو شامل کرنے سے کیا جا سکتا ہے۔ اگر فشار پیما میں پانی استعمال کیا گیا ہے تو مطالعہ کو ۱۳٫۵۹ سے تقسیم کرنے کے بعد بار پیما کے مطالعہ میں شامل کرنا چاہیئے۔

اگر دباؤ زیادہ ہے جیسا کہ بھاپی جوشدانوں میں ہوتا ہے تو بورڈون قسم کا فشار پیما استعمال کیا جاتا ہے۔ اِس آلہ کا عمل ایک خمیدہ اور بیضوی چپٹی نلی کی اُس خاصیت پر ہے جس کی وجہ سے وہ اندرونی دباؤ پڑنے پر سیدھا ہونے کی کوشش کرتی ہے۔

تجربہ ۳۳۔ بورڈن کا عمل۔ پانی کے نل میں ایک گز لمبی ربڑ کی نلی لگاؤ۔ نلی کا بیرونی سرا ایک چھڑی یا شیشہ کی سلاخ کے ٹکڑے سے بند کر دیا جائے۔ اب نلی کو میز پر رکھ کر خم دے لو۔ خم کی وجہ سے نلی کسی قدر چپٹی ہو جائیگی۔ نل کھولنے پر معلوم ہوگا کہ نلی سیدھا ہونے کی کوشش کرتی ہے۔

بورڈن (Bourdon) فشار پیما کی اندرونی مشین شکل ۶۱ میں



شکل ۶۱۔ بھاپی دباؤ کی گھڑی کا اندرونی حصّہ

دکھائی گئی ہے۔ ا فاسفور برنجی کی ایک سخت اور چپٹی نلی ہے جو بریکٹ (Bracket) ب میں لگی ہے اور جس میں نلی میں بھاپ داخل ہونے کا راستہ بھی ہے۔ نلی کا آزاد سرا بند ہے جو ایک چھوٹی زنجیرٹ کے ذریعہ سے چھوٹے چھوٹے دندانہ دار قطاع د سے جڑا ہے۔ د کا تعلق تکلہ ی سے ہے جس میں ایک نمایندہ م لگا ہے۔ یہ نمایندہ ایک بیرونی پیمانہ پر گھومتا ہے جس کے ذریعہ سے دباؤ پڑھے جاتے ہیں۔

بورڈن فشار پیما اندرون ظرف اور کرۂ ہوائی کے دباؤ کا فرق بتاتا ہے۔ اگر اندرون ظرف کا دباؤ کرۂ ہوائی کے دباؤ سے کم ہے تو اس آلہ کو خلا پیما کہتے ہیں۔ ڈائل کی درجہ بندی پارے کے انچوں یا سنتی میٹروں میں کی گئی ہے تاکہ مطلق دباؤ کے حساب لگانے میں سہولت ہو۔ بار پیما کے مطالعہ میں سے خلا پیما کا مطالعہ منہا کرنے سے مطلق دباؤ معلوم ہوجاتا ہے۔ مثلاً اگر خلا پیما ۲، سمر بتاتا ہے جبکہ بار پیما کا مطالعہ ۵ء۸، سمر ہے تو اندرونِ ظرف کا مطلق دباؤ ۸ء۳ سمر پارا ہوگا۔

کلیۂ بائیل[1] — اس کلیہ کا تذکرہ طبیعیات حرکت صفحہ ۴۳۱ پر ہو چکا ہے مگر حوالہ کی سہولت کے لئے یہاں پھر بیان کیا جاتا ہے۔

کسی گیس کی مخصوص کمیتِ مادہ کے مطلق دباؤ اور حجم میں تناسب معکوسی ہوتا ہے بشرطیکہ گیس کی تپش مستقل رہے۔

فرض کرو کہ گیس کی مخصوص کمیتِ مادہ کا مطلق دباؤ $د_1$ اور حجم $ح_1$ ہے۔ ان میں اگر تغیر مستقل تپش پر ہو اور یہ $د_2$ اور $ح_2$ ہوجائیں تو

$$د_1 : د_2 = ح_2 : ح_1$$

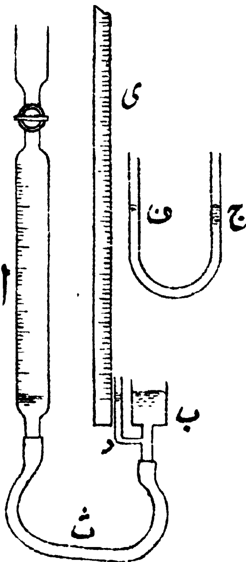
$$\text{یا} \quad د_1 \, ح_1 = د_2 \, ح_2$$

---

[1] Boyle

یہ کلیہ اس طرح لکھا جاتا ہے   د ح = مقدار مستقلہ
بخارات کلیۂ بائیل پر عمل درآمد نہیں کرتے مگر مستقل گیسیں اس کے تابع ہیں۔ **کامل گیس** وہ فرضی گیس ہے جو پورے طریقہ سے کلیۂ بائیل کی تعمیل کرے۔

تجربہ ۳۴ ۔ کلیہ بائیل کی تصدیق شکل ۶۲ میں ا ایک درجہ دار نالچہ ہے جس کی گنجائش سو مکعب سنتی میتر ہے۔ پیمانہ پر ۱۰۰ مکعب سمر کا نشان نالچہ کے نیچے کے سرے پر ہوگا۔ نالچہ کا پیمانہ اوپر سے شروع ہوتا ہے تاکہ مظروف گیس کے حجم کا جو سطح سیماب اور نل کے درمیان ہے باسانی مطالعہ ہوسکے۔ اگر پیمانہ کو کسی اور طرح ترتیب دیا جائیگا تو ایک ابتدائی تجربہ کے ذریعہ نل اور پیمانہ کے بلند ترین نشان کے درمیان حجم معلوم کرنا پڑیگا۔ اوپر کی جانب نالچہ میں ایک عمدہ نل لگا ہے جس کے کھولنے پر مظروف گیس کا تعلق بیرونی ہوا سے ہوجاتا ہے۔ ذخیرہ ب ایک مناسب بلعدی پر سہارے کے ذریعہ قائم کیا گیا ہے۔ ربڑ کی ایک لمبی اور موٹی نلی ث سے اکے نیچے کا سرا پارے کے ذخیرہ ب سے جوڑا ہے جس میں ایک انقصابی شاخ د لگی ہے۔ تاکہ ذخیرہ کی سطح سیماب پیمانہ ی پر مطالعہ کی جاسکے ذخیرہ کو اوپر نیچے جہاں چاہیں ٹھہرا سکتے ہیں۔ نالچہ میں پارے کی سطح معلوم کرنے کا طریقہ یہ ہے کہ ایک ایسی لاثا نلی میں پارا بھر لیا جائے جس کے دونوں سرے کھلے ہوں۔ نلی کے دونوں بازوؤں ف اور ج میں پارا ہمسطح ہوگا۔ نلی کے ایک بازو ف کو نالچہ کے قریب لاؤ اور نلی کو اوپر نیچے کرو تاکہ بازو اور نالچہ میں پارا ہمسطح ہوجائے۔ دوسرا بازو پیمانہ ی کے قریب رہے تاکہ ج پر سطح سیماب مطالعہ کی جاسکے۔



شکل ۶۲
کلیہ بائیل کی تصدیق کا آلہ

نالچہ میں کرۂ ہوائی کے دباؤ پر خشک ہوا بھرنے کا طریقہ یہ ہے ذیل کھول دو اور ب کو اوپر اٹھاؤ۔ ا میں پارا اوپر چڑھیگا جس کی وجہ سے نالچہ کی ہوا نل کی راہ سے خارج ہوجائیگی۔ پارا جونہی نل کے قریب آئے ذخیرہ کو اوپر اٹھانا موتوف کردو۔ نل کے اوپر نالچہ کی نلی میں کیلسیئم کلورائیڈ بھردو جو داخل ہونے والی ہوا سے نمی کو جذب کرلیتا ہے۔ اب ذخیرہ کو آہستہ آہستہ نیچے اتارو۔ نالچہ میں پارے کی سطح بھی نیچے اتر آئیگی اور اس میں خشک ہوا بھرجائیگی۔ ذخیرہ ایسی جگہ ٹھیرایا جائے کہ نالچہ میں پارے کی سطح سو مکعب سمر کے نشان پر ہو۔ چونکہ ا اور ب میں پارا ہمسطح ہے اس لئے ا میں ہوا کا دباؤ کرۂ ہوائی کے دباؤ کے برابر ہے۔ اب نل بند کردیا جائے تاکہ نالچہ کی اندرونی و بیرونی ہوا میں تعلق نہ رہے۔

اگر اس وقت بارپیما کا مطالعہ ب$_۱$ سمر سیماب ہے تو مظروف ہوا کا دباؤ ب$_۱$ سمر سیماب اور حجم ایک سو سنتی میٹر ہے۔ ذخیرہ ب کو اوپر اٹھانے سے ا میں پارا اوپر چڑھیگا اور ہوا کا حجم کم ہوجائیگا اور ہوا کی تپش میں بھی اضافہ ہوجائیگا۔ اگر نالچہ پر ایک تپش پیما بھی لگا ہوتا تو اس اضافۂ تپش کا اظہار ہوجاتا۔ دو تین منٹ کے بعد جب مظروف ہوا کی تپش کرۂ ہوائی کے برابر ہوجائے تو ہوا کے اس حجم کو مطالعہ کرلو فرض کرو کہ مظروف ہوا کا حجم ح مکعب سمر ہے۔

ب میں پارے کی سطح ا میں کے پارے کی سطح سے اونچی ہے۔ ہر سطح کو پیمانہ پر پڑھ لو اور فرق کو ملاحظہ کرو۔ فرض کرو کہ ان سطحات کا فرق ف سمر ہے۔ چونکہ ب میں پارے کی سطح پر دباؤ ب$_۱$ سمر سیماب ہے لہٰذا ب میں پارے کی سطح پر دباؤ (ب$_۱$ + ف) سمر سیماب ہوگا۔

اگر مظروف ہوا کا عمل کلیۂ بائیل کے مطابق ہے تو ہما صلہ

(ب۲ + ف) ح = ۱۰۰ اب۱ جو کہ ابتدائی دباؤ اور حجم کا حاصل ضرب ہے۔
ذخیرہ کو اوپر اٹھاتے اور نیچے اتارتے وقت برابر برابر فاصلہ پہ آٹھ یا دس مطالعات لئے جائیں مطالعات اور نتائج کی فہرست ذیل کے مطابق بنالی جائے:۔

خشک ہوا کے لئے تجربۂ کلیۂ بائل

بارپیما کی بلندی = ب۱ سمر

دباؤ بڑھتے وقت				
تپش کرہ مئی	ہوا کا حجم ح مکعب سمر	سطحات کا فرق ف سمر	دباؤ (ب۱+ف) سمر سیاب	حاصل (ب۱+ف) ح

دباؤ کم ہوتے وقت کے مطالعات کے لئے بھی اسی قسم کی فہرست بنالی جائے۔ آخری خانہ کے اعداد قریب قریب برابر ہونگے۔
(ب۲ + ف) کو معیّن اور ح کو فصلہ مان کر ترسیم کھینچ لی جائے۔

کلیۂ بائل کی تشریح کے لئے ترسیم۔ مساوات د ح = مقدار مستقلہ کی ترسیم کلیۂ بائل کو واضح کرتی ہے۔ یہ ترسیم قائم ہذلولی ہوتی ہے یہ ترسیم تجربہ

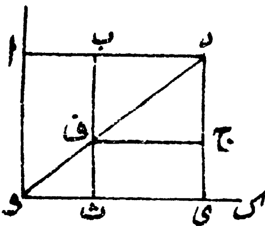
کے مطالعات سے کھینچ لی جائے۔ یا دباؤ اور حجم کی ابتدائی شرائط کو اختیار کیا جاسکتا ہے اور ح کی دیگر متعدد قیمتیں جو د کی قیمتوں کے متجاوب ہوں محسوب کی جاسکتی ہیں۔ ذیل کا طریقہ آسان ہے:
فرض کرو کہ د ح = ش۔ دونوں طرف کے لوگارتم لئے جائیں۔
تو لوگ د + لوگ ح = لوگ ش

یعنی لوک د = ۔لوک ح + لوک ث

اس مساوات سے خطِ مستقیم حاصل ہوتا ہے۔ ح اور (ب + ف) کے لوکارتموں کی ترسیم کی مدد سے اس کی تصدیق تجربہ ۳۴ کے مطالعات سے کرلی جائے

ہندسی طور پر قائم ہذلولی کے کھینچنے کے لئے طریقۂ ذیل کارآمد ہے:۔

دباؤ اور حجم کو مناسب پیمانہ میں تحویل کرو۔ شکل ۶۳ میں د کے برابر و ی پر و ا اور ح کے برابر و ک پر و ث لے لئے جائیں۔ و ی کو ح کے برابر بنالو اور مستطیل و ا ب ث اور و ا د ی کو تکمیل دے لو۔ و د کو ملانے پر و د خطِ ب ث کو ف پر کاٹیگا۔ ف ج کو و ک کے متوازی کھینچ لو۔ پھر ی ج دباؤ د کے برابر ہوگا اور نقطہ ج قائم ہذلولی پر ہوگا۔ اس کا ثبوت یہ ہے: چونکہ مثلث



شکل ۶۳

و ث ف اور و ی د مماثل ہیں اس لئے

ف ث : و ث = د ی : و ی

ی ج : و ث = ب ث : و ی

لیکن و ث = ح

ب ث = د

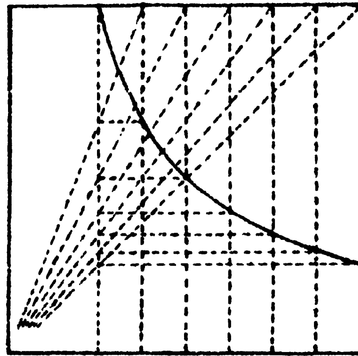
اور و ی = ح

∴ ی ج : ح = د : ح

یا ی ج = $\frac{د ح}{ح}$ = د

دیگر نقاط بھی اسی طرح سے دریافت ہوسکتے ہیں۔ ان نقاط سے

شکل ۶۴ کی ترسیم بن جاتی ہے۔



شکل ۶۴
ہندسی طریقہ سے کھینچی ہوئی کلیۂ بائیل کی ترسیم

اس قسم کی ترسیم ایسے عملوں کو ظاہر کرتی ہے جو مستقل تپش پر کئے جائیں۔ پھیلاؤ اور رپچکاؤ کے عملوں کو ہم تپشی عمل اور ترسیموں کو ہم تپشی ترسیمیں کہتے ہیں۔

آٹھویں فصل کی مشقیں

۱۔ بخار اور مستقل گیس کا فرق بتاؤ۔ گیسی حالت میں مادہ کے دباؤ کی وجہ بیان کرو۔

۲۔ اگر بار پیما کا مطالعہ ۷۶ء۲۲ سم سیماب ہے تو بتاؤ کہ ایک مربع سنتی میٹر پر کرۂ ہوائی کا دباؤ کتنے گرام وزن کے برابر ہوگا۔

۳۔ کسی اسطوانہ میں آکسیجن ۱۲۰ ہوائی کروں کے دباؤ کے تحت بھر دی گئی ہے تو بتاؤ کہ ایک مربع انچ پر دباؤ کتنے پونڈ وزن کے برابر ہوگا۔

۴۔ معیاری سیمابی بار پیما کی تشریح کرو اور خاکہ کھینچ کر بتاؤ۔

۵۔ بے مائع بار پیما کی تشریح بیان کرو اور خاکہ کھینچو۔ اس قسم کے بار پیما کی صحت کے متعلق اپنی رائے ظاہر کرو۔

۶۔ ۱۵ درجہ مئی پہ ایک معیاری سیمابی بار پیما کا مطالعہ ۷۶٫۲۱ سم ہے۔ پیمانہ اور پارے کے پھیلاؤ کے لئے اس مطالعہ کو صحیح کرو۔ اگر یہ بار پیما ۵۰ عرض البلد کی سطح بحر سے ۵۰۰ میٹر اونچی جگہ پر رکھا ہے تو اس مقام کے لئے مستقل تجاذبی تصحیح کا حساب لگاؤ۔

۷۔ ایک لا ننا ناپ کا مطالعہ ۸٫۰ انچ پانی ہے جو ایک جوشدان کی چمنی میں لگا ہے۔ اس وقت بار پیما کا مطالعہ ۲۹٫۸۵ انچ سیماب ہے۔ حساب لگاؤ کہ اندرون چمنی کا دباؤ کتنا ہے۔

۸۔ بورڈن[1] فشار پیما کا خاکہ دو اور اس کے عمل کی تشریح کرو۔

۹۔ گیسوں کے لئے کلیہ بائیل بیان کرو۔ تجربہ سے اس کا ثبوت کیسے دوگے۔

۱۰۔ ۱۵۰ پونڈ وزنی فی مربع انچ کے مطلق دباؤ کے تحت میں ایک مکعب فٹ گیس پھیلتی ہے لیکن تپش مستقل رہتی ہے۔ اگر حجم ۲۔ ۳۔ ۴۔ ۵۔ ۶ مکعب فٹ ہو جائے تو دباؤ کا حساب لگاؤ۔ دباؤ اور حجم کا رشتہ ظاہر کرنے کے لئے ایک ترسیم کھینچو۔

۱۱۔ سوال ۱۰ کے اعداد سے دباؤ اور حجم کے لوگارتم لے کر ایک ترسیم کھینچو۔

۱۲۔ ۲۰۰۰ مکعب سم گیس ۱۵ ہوائی کروں کے مطلق دباؤ کے تحت سے لے کر

---

[1] Bourdon

۳ ہوائی گردوں کے تحت تک پھیلتی ہے۔ ترسیمی طریقہ سے ہم تپشی ترسیم کھینچو۔

۱۳۔ بے مائع بار پیما کے مطالعات زمین پر ۳۰٫۱۵ انچ اور مینار پر ۳۰٫۰۶ انچ ہیں۔ اگر پارے کی کثافت ۱۳٫۶ اور ہوا کی کثافت ۰٫۰۰۱۲۵ گرام فی مکعب سمر ہو تو مینار کی بلندی کا حساب لگاؤ۔

۱۴۔ مستقل تپش پر گیس کی ایک معین کمیتِ مادّہ کے حجم اور دباؤ کا تعلق دکھانے کے لئے ایک تجربہ تفصیل کے ساتھ بیان کرو۔ (جامعۂ عثمانیہ)

۱۵۔ بار پیما میں پارے کے اسطوانہ کی تراش عمودی کا رقبہ ۲٫۰ مربع سمر ہے۔ جب بار پیما کا مطالعہ ۷۶ مم ہے تو پارے کی سطح کے اوپر خالی نلی ۸ سمر لمبی باقی ہے۔ اگر پارے کی بلندی کو بیرونی ہوا کے دباؤ سے ۳۸۲ مم تک کم کرنا چاہیں تو بتاؤ کہ کس قدر ہوا نلی میں داخل کی جائے۔

۱۶۔ سیمابی بار پیما کے اصول کی تشریح کرو۔

بار پیما کا مطالعہ ۷۶ سمر ہے۔ اب بار پیما کو ایک ہوا پمپ کے قابلہ میں رکھ دیا گیا ہے۔ پمپ کی دو چالوں کے بعد مطالعہ ۷۲ سمر ہو جاتا ہے۔ بتاؤ کہ دس چالوں کے بعد کیا مطالعہ ہوگا۔ (بار پیما کا حجم قابلہ کے حجم کے مقابلہ میں ناقابلِ لحاظ ہے)۔



نویں فصل

گیسوں کے خواص

(گذشتہ سے پیوستہ)

کلیۂ شارل[1] — اگر مستقل دباؤ کے تحت کسی گیس کی مخصوص کمیتِ مادہ کی تپش ایک درجہ مئی بڑھا دیں تو گیس کا پھیلاؤ ۰°م کے حجم کی ایک ایسی کسر کے برابر ہوگا جو تمام گیسوں کے لئے مستقل ہے۔ تجربات سے معلوم ہوا ہے کہ ۱°م اضافۂ تپش کے لئے یہ کسر $\frac{1}{273}$ ہے۔ اس کسر کو مستقل دباؤ پر گیس کے پھیلاؤ کی شرح کہتے ہیں۔ یہ کلیہ پہلے پہل شارل اور گے لسک نے بیان کیا تھا۔

فرض کرو

۰°م پر گیس کی مخصوص کمیتِ مادہ کا حجم = $ح_0$

ت°م " " " " = $ح_ت$

تو ۱°م اضافۂ تپش کے لئے حجم کا پھیلاؤ = $\frac{ح_0}{273}$

$$\text{لہٰذا}\quad ح_ت = ح_0 + \frac{ح_0}{273}\,ت$$

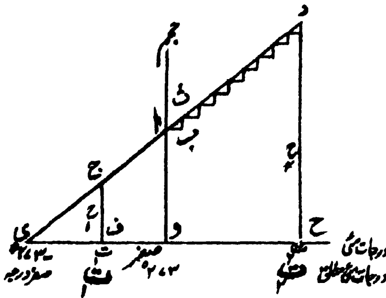
$$= ح_0\left(1 + \frac{ت}{273}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

---

[1] Charles

چونکہ گیس کی ابتدائی تپش عموماً ۰°م کے علاوہ کچھ اور ہوتی ہے اور مذکورہ مساوات میں ابتدائی حجم کے ۰°م پر ہونے کی شرط ہے لہذا اِس مساوات کو استعمال کرنے سے پیشتر حجم کو ۰°م پر تحویل کر لینا چاہیئے۔

تپش کا مطلق پیمانہ۔ شکل ۶۵ کی ترسیم کلیۂ شارل کو واضح کرتی ہے۔ حجموں کو معیّن اور تپشوں کو فصلے ظاہر کرتے ہیں۔ (ترسیم کسی پیمانہ کے مطابق نہیں ہے)۔ نقطۂ انجماد سے بلند تر تپشوں کو و کے دائیں جانب اور نقطۂ انجماد سے پست تر تپشوں کو و کے بائیں جانب کھینچا ہے۔ لہذا و کے دائیں جانب فصلے اور بائیں جانب معین ہیں۔



شکل ۶۵
کلیۂ شارل کی توضیح کے لئے ترسیم

فرض کرو کہ صفر درجۂ مئی پر گیس کا حجم و ا ہے اور صفر درجۂ مئی سے زائد ایک درجۂ مئی تپش ہونے پر حجم ب ث ہو جاتا ہے۔ اِس لئے ا ب اِس اضافۂ تپش کے برابر ہے۔ اِسی طرح سے ہر اضافۂ تپش اور پھیلاؤ کے نئے خطوط کھینچ لئے گئے ہیں۔ چونکہ تپش بتدریج ایک ایک درجہ بڑھائی گئی ہے اِس لئے ہر اضافۂ تپش پر پھیلاؤ مساوی ہوتا ہے لہذا نقشہ میں حجموں اور تپشوں کے سِروں کو مِلانے سے خطِ مستقیم ث د بن جاتا ہے جو کلیۂ شارل کے تحت گیس کے پھیلاؤ کو ظاہر کرتا ہے۔

چونکہ ۰°م پر ابتدائی حجم و ا ہے لہذا ہر مرتبہ (مثلاً ب ث) پھیلاؤ $\frac{\text{و ا}}{۲۷۳}$ کے برابر ہوتا ہے خط د ث بڑھائے جانے پر تپشی محور سے ی پر

ملتا ہے۔ چونکہ ہ ث ب ۲ اور ۲ ہ و ی متماثل ہیں

اِس لئے
ث ب / ب ۲ = ۲ و / و ی

مگر
ب ۲ = ۱

لہذا
۲ و / ۲۷۳ = ۲ و / و ی

پس
و ی = ۲۷۳

اِس سے معلوم ہوتا ہے کہ د ث تپشی محور کو -۲۷۳° مئی پر کاٹتا ہے جس کے معنی یہ ہیں کہ -۲۷۳° مئی پر گیس کا حجم صفر ہوتا ہے جیسا کہ ترسیم سے بھی ظاہر ہے مگر صحیح طور پر ہم صرف اتنا کہہ سکتے ہیں کہ مستقل دباؤ کے تحت گیس کے حجم اور تپش میں اِس قسم کا رشتہ ہے جو اگر نہ ٹوٹے تو -۲۷۳° مئی پر گیس بلا حجم کے ہوگی۔

اگر ہم -۲۷۳° کو صفر اور صفر درجۂ مئی کو ۲۷۳° کہیں تو شکل ۶۵ سے ایک نہایت کارآمد پیمانۂ تپش کی تشریح ہوتی ہے۔ و اور ی کے جدید نشانات کے لحاظ سے تپشی محور پر دیگر تپشوں کے نشان بھی قائم کرسکتے ہیں۔ اس پیمانہ کو تپشوں کا گیسی تپش پیمائی پیمانہ کہتے ہیں۔ اِس قسم کے پیمانہ کو تپش کا مطلق پیمانہ کہتے ہیں۔ سولھویں فصل میں توانائی بالفعل کے حساب سے بھی بالکل یہی پیمانہ حاصل ہوتا ہے مطلق پیمانہ کی تپش کو ت سے لکھتے ہیں۔

کلیۂ شارل دوسرے الفاظ میں۔ شکل ۶۵ میں تپشی محور پر کوئی دو نقطے ف اور ح لے لو اور ف ج اور ح د معیّن کھینچ لو۔ مطلق تپش ی ف یعنی ت۱ پر گیس کا حجم ف ج یعنی ح۱ ہے۔ مطلق تپش ی ح یعنی ت۲ پر گیس کا حجم ح د یعنی ح۲ ہے۔ چونکہ ہ ج ف ی اور د ح ی متماثل ہیں اِس لئے

ج ف / ی ف = د ح / ح ی

یا $\frac{ح_1}{ت_1} = \frac{ح_2}{ت_2}$

یا $\frac{ح_1}{ح_2} = \frac{ت_1}{ت_2}$ .... (۲)

لہٰذا کلیۂ شارل کی اِس طرح بھی تعریف کی جاسکتی ہے کہ

مستقل دباؤ کے تحت کسی گیس کی مخصوص کمیتِ مادہ کا حجم تپشِ مطلق کے متناسب ہے۔

مئی پیمانہ کو مطلق پیمانہ میں تحویل کرنے کے لئے مئی تپش پیما کے مطالعہ میں ۲۷۳ کا اضافہ کرلیا جائے۔ چنانچہ:

$ت = ت^\circ م + ۲۷۳$

فارن ہیٹ پیمانہ پر مطلق صفر ($۲۷۳ \times \frac{۹}{۵}$) یعنی ۴۹۱° ف زیرِ نقطۂ انجماد ہے۔ یا (۴۹۱ - ۳۲) یعنی ۴۵۹° ف زیرِ صفر فارن ہیٹ ہے۔ لہٰذا ۴۵۹ جمع کرنے سے فارن ہیٹ تپشیں مناسب مطلق تپشوں میں تحویل ہوجاتی ہیں۔ جیساکہ

$ت = ت^\circ ف + ۴۵۹$

مثال۔ ایک کمرہ کی پیمائش ۵۰ فٹ × ۳۰ فٹ × ۲۵ فٹ ہے۔ اگر اندرونِ کمرہ کی تپش ۱۰° مئی سے ۱۵° مئی تک بڑھادی جائے تو بتاؤ کہ ہوا کے ابتدائی حجم کا کس قدر حصّہ کمرہ سے باہر نکل جائیگا۔ (دباؤ مستقل رکھا گیا ہے)۔

$ح_1 = ۵۰ \times ۳۰ \times ۲۵ = ۳۷٬۵۰۰$ مکعب فٹ

$ت_1 = ۱۰ + ۲۷۳ = ۲۸۳^\circ$ مطلق (مئی)

$ت_2 = ۱۵ + ۲۷۳ = ۲۸۸^\circ$ مطلق (مئی)

فرض کرو کہ ۱۰° مئی سے ۱۵° مئی تک گرم ہونے پر ہوا کا ابتدائی حجم $ح_2$ ہوجاتا ہے اِس لئے

$$ح_2 = \frac{ح_1 ت_2}{ت_1} = \frac{۲۸۸ \times ۳۷۵۰۰}{۲۸۳} = ۳۸۱۶۰ \text{ مکعب فٹ}$$

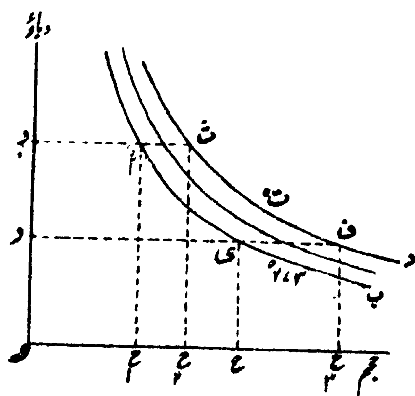
لہذا خارج شدہ ہوا کا حجم = ۳۸۱۶۰ − ۳۷۵۰۰ = ۶۶۰ مکعب فٹ۔

۶۶۰ مکعب فٹ ۱۵° سی پر پیمائش کئے گئے ہیں لہذا

$$\text{خارج شدہ ہوا} = \frac{۶۶۰}{۳۸۱۶۰} \times ۱۰۰ \text{ فی صدی}$$

$$= ۱٫۷۳ \text{ فی صدی}$$

کسی گیس کے ہم تپشی خطوط ——— فرض کرو کہ کسی گیس کی مخصوص کمیتِ مادہ کا ابتدائی حجم $ح_1$ دباؤ $د_1$ اور تپش ۲۷۳° مطلق ہیں۔ شکل ۶۶ میں نقطۂ ۲ گیس کی اِن ابتدائی حالتوں کو ظاہر کرتا ہے۔ اور دباؤ معینوں پر اور حجم فصلوں پر نصب کئے گئے ہیں۔ اگر گیس کلیۂ بائیل کے تحت پھیلے تو ہم تپشی خط ۲ ب حاصل ہوگا۔ اِس خط پر تپش ہر جگہ ۲۷۳° مطلق کے برابر ہے۔ دباؤ مستقل رکھتے ہوئے اگر اس تپش کو $ت_2$° مطلق تک بڑھادیں تو گیس کے نئے حجم $ح_2$ میں تغیر کلیۂ شارل کے مطابق ہوگا۔



شکل ۶۶
گیس کے ہم تپشی خطوط

$$\frac{ح_۲}{ح_۱} = \frac{ت}{۲۷۳}$$

$$\therefore \quad ح_۲ = \frac{ت}{۲۷۳} ح_۱$$

ح۲ اور د۱ کو نصب کرنے سے نقطہ ث حاصل ہوتا ہے۔ اگر تپش ت کو مستقل رکھتے ہوئے دباؤ کو گھٹائیں یا بڑھائیں تو پھیلاؤ کلیۂ بائیل کے مطابق ہوگا اور ت مطلق کے لئے ہم تپشی خط ث د حاصل ہوگا۔ ث د کو کھینچنے کے لئے جس قدر نقطے درکار ہوں وہ ا ب کی مدد سے دریافت کر لئے جائیں۔

فرض کرو کہ ا ب پر ی ایک نقطہ ہے جس کا دباؤ د اور حجم ح ہے۔ ی پر تپش ۲۷۳ مطلق اور ف پر ت مطلق ہے۔ اگر ف پر حجم حم ہے تو

$$\frac{ح_م}{ح} = \frac{ت}{۲۷۳}$$

$$\therefore \quad ح_م = \frac{ت}{۲۷۳} ح$$

لہٰذا مستقل دباؤ کے تحت ا ب کے نقطوں کے مطابق ث د کے نقطے دریافت کرنے کے لئے کسر $\frac{ت}{۲۷۳}$ استعمال کیجائے۔ اس طرح پر ۲۷۳، ۲۷۴، ۲۷۵ وغیرہ یعنی ہر مطلق تپش کے لئے ہم تپشی خط کھینچے جاتے ہیں۔ ان میں سے بعض شکل ۶۶ میں دکھائے گئے ہیں۔

شکل ۶۷ میں حجموں کو معینوں پر اور مطلق تپشوں کو فصلوں پر نصب کیا ہے۔ فرض کرو کہ ۷۶ سمر سیمابی دباؤ کے تحت میں گیس کی مخصوص کمیت مادہ کا حجم ۴ مکعب اور تپش ۲۷۳ مطلق (صفر) ہے اور شکل میں گیس کے اس حجم اور تپش کو نقطہ ا ظاہر کرتا ہے۔ اگر دباؤ ۷۶ سمر سیماب کو مستقل رکھتے ہوئے گیس کی تپش گھٹائی بڑھائی جائے تو پھیلاؤ کلیۂ شارل کے مطابق ہوگا۔ ا و ث ان تغیرات حجم

اور تپش کو ظاہر کرتا ہے۔ اِس قسم کے خط کو خطِ مستقل دباؤ کہتے ہیں۔

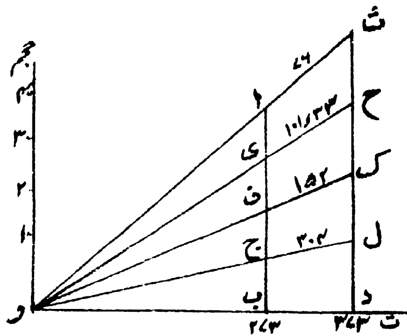
فرض کرو کہ مستقل تپش ۲۷۳° مطلق پر گیس کا حجم ۴ مکعب اکائی سے کم ہو کر ۳ مکعب اکائی رہ جاتا ہے۔ اِس حجم کے مطابق دباؤ $د_۲$ کلیۂ بائل سے دریافت ہوگا۔

$$د_۱ ح_۱ = د_۲ ح_۲$$

$$\therefore\ ۷۶ \times ۴ = د_۲ \times ۳$$

$$\therefore\ د_۲ = \frac{۴}{۳} \times ۷۶ = ۱۰۱٫۳۳ \text{ سم سیماب}$$

نقطہ ی اِس نئے دباؤ اور حجم کو ظاہر کرتا ہے اور کلیۂ شارل کے مطابق یعنی مستقل دباؤ ۱۰۱٫۳۳ سم سیماب کے تحت تغیراتِ حجم اور تپش کو خط و ی ح ظاہر کرتا ہے۔ اِسی طرح اگر ابتدائی حجم کو دو اور ایک



شکل ۶۷

کسی گیس کے خطوطِ مستقل دباؤ

مکعب اکائی تک کم کر دیں تو مذکورہ طریقہ سے و ف ک اور و ج ل خطوطِ مستقل دباؤ حاصل ہونگے۔

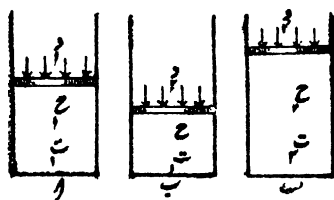
مستقل دباؤ ۷۶ سمر سیماب کے تحت اگر تپش ۲۷۳° سے ۳۷۳° تک بڑھادی جائے تو تغیر حجم (د ث۔ ب ا) کے برابر ہوگا۔ نیز مستقل دباؤ ۴۰۴ سمر سیماب کے تحت اُسی اضافۂ تپش کے لئے تغیر حجم (د ل۔ ب ج) کے برابر ہے۔ شکل ۶۷ کو غور سے دیکھنے پر معلوم ہوجائیگا کہ تپش میں کسی مقررہ اضافہ کے لئے حجم کا تغیر پست دباؤ کی صورت میں بہت زیادہ ہوتا ہے بہ نسبت اُس کے جو بلند دباؤ کی صورت میں ہوتا ہے

کلیۂ شارل اور بائیل کا اجتماع ـــــــ جس کلیہ کے مطابق گیس کی تپش، دباؤ اور حجم میں تغیر ہوتا ہے وہ طریقۂ ذیل سے دریافت کیا جاسکتا ہے:-

کچھ گیس ایک اُسطوانہ میں بھری ہے جس میں ایک فشارہ بھی لگا ہے شکل ۶۸ (ا) میں گیس کا دباؤ $د_1$ حجم $ح_1$ اور تپش $ت_1$ ہیں۔ اگر $ت_1$ کو مستقل رکھا جائے اور دباؤ کو بڑھایا جائے تو گیس کلیۂ بائیل کے تحت میں پھیلیگی اور دباؤ $د_2$ اور حجم ح ہوجائینگے۔ شکل ۶۸ (ب) میں

$$د_2\, ح = د_1\, ح_1$$

$$\therefore \quad ح = \frac{د_1\, ح_1}{د_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$



شکل ۶۸

گیس کی تپش، حجم اور دباؤ کے تغیرات کو ظاہر کرنے والا نقشہ

اب دباؤ $د_۲$ کو مستقل رکھا جائے اور تپش $ت_۱$ سے $ت_۲$ تک بڑھادی جائے۔ حجم میں تغیر کلیۂ شارل کے مطابق ہوگا شکل ۶۸ء (ش)۔ فرض کرو کہ یہ نیا حجم $ح_۲$ ہے۔

$$\frac{ح}{ح_۲} = \frac{ت_۱}{ت_۲}$$

$$\therefore \quad ح = \frac{ح_۲ ت_۱}{ت_۲} \quad ....(۲)$$

لہٰذا مساوات ۱ء و ۲ء سے

$$\frac{د_۱ ح_۱}{د_۲} = \frac{ح_۲ ت_۱}{ت_۲}$$

$$\text{یعنی} \quad \frac{د_۱ ح_۱}{د_۲ ح_۲} = \frac{ت_۱}{ت_۲} \quad ....(۳)$$

مذکورہ مساوات حاصل کرنے کی غرض سے گیس کی ابتدائی تپش، حجم اور دباؤ میں تغیر بتدریج پیدا کیا گیا ہے۔ اگر تغیر یکدم ہوتا تو بھی یہی مساوات حاصل ہوتی۔ اس مساوات کے معنی یہ ہیں کہ اگر کسی کامل گیس کی تپش، حجم اور دباؤ میں تغیر ہو تو مطلق دباؤ اور حجم کا حاصلِ ضرب مطلق تپش کا متناسب ہوتا ہے۔

$$د ح \propto ت \quad ....(۴)$$

۲۷۳° تپش مطلق اور معیاری دباؤ ۷۶ سم سیماب کے تحت اگر کسی گیس کی اکائی کمیتِ مادہ کے حجم کو ح مان لیں تو کامل گیس کے لئے اختصاصی مساوات (۴) سے حاصل ہوتی ہے۔

$$د ح = س ت \quad ....(۵)$$

س ایک مقدارِ مستقل ہے جس کی قیمت کا انحصار نوعیتِ گیس پر ہے۔

مستقل حجم پر کامل گیس کی تپش کا تعلق دباؤ

کے ساتھ — اگر مساوات ۳ میں ح۱ اور ح۲ کو برابر لکھ دیں تو گیس کی تپش اور دباؤ مستقل حجم پر متغیر ہونگے۔

چنانچہ
$$\frac{\text{د}_1\,\text{ح}_1}{\text{د}_2\,\text{ح}_2} = \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}$$

یا
$$\frac{\text{د}_1}{\text{د}_2} = \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} \quad \ldots\ldots (۱)$$

یعنی اگر کسی ظرف میں مستقل حجم پر مخصوص کمیت کی کوئی کامل گیس بند ہے تو مطلق دباؤ مطلق تپش کے متناسب ہوگا۔

فرض کرو کہ کسی گیس کی مخصوص کمیت مادہ کا دباؤ د۱ اور تپش ۰° م یا تپش مطلق ۲۷۳° ہے۔ اگر حجم مستقل رکھیں اور تپش ۲۷۴° مطلق تک بڑھا دیں تو

$$\frac{\text{د}_1}{\text{د}_2} = \frac{۲۷۳}{۲۷۴}$$

$$\therefore \text{د}_2 = \frac{۲۷۴}{۲۷۳}\,\text{د}_1 = \text{د}_1 + \frac{\text{د}_1}{۲۷۳}$$

لہذا ایک درجہ مئی کے لئے اضافۂ دباؤ ۰° م پر کے دباؤ کے $\frac{۱}{۲۷۳}$ حصہ کے برابر ہے۔ اسی طرح اگر تپش ت° م بالائے نقطۂ انجماد تک بڑھا دی جائے تو دباؤ د ذیل کی مساواتوں سے دریافت کیا جا سکتا ہے:

$$\frac{\text{د}_1}{\text{د}} = \frac{۲۷۳}{۲۷۳ + \text{ت}}$$

$$\therefore \text{د} = \text{د}_1 \left(\frac{۲۷۳ + \text{ت}}{۲۷۳}\right) = \text{د}_1 + \text{د}_1 \frac{\text{ت}}{۲۷۳}$$

کسر $\frac{۱}{۲۷۳}$ کو مستقل حجم پر کسی گیس کے دباؤ کے اضافہ کی شرح کہتے ہیں۔ یہ ظاہر ہے کہ یہ شرح اور مستقل دباؤ کے تحت کامل گیس کے پھیلاؤ کی شرح آپس میں برابر ہیں۔

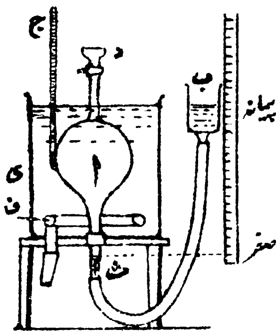
تجربہ سے کلیۂ شارل[1] کی تصدیق — کلیۂ شارل کی

[1] Charles

تصدیق کے لئے براہِ راست تجربہ صحیح طور پر کرنا وقت طلب ہے۔ مگر مستقل حجم پر تپش اور دباؤ کا تعلق تجربہ سے بآسانی دریافت کیا جا سکتا ہے اور اس سے کلیۂ شارل کی تصدیق ہو جاتی ہے۔

تجربہ ۳۵۔ مستقل حجم کے تحت ہوا کی تپش اور دباؤ کا تعلق اور کلیۂ شارل کی بالواسطہ تصدیق۔

آلہ کو شکل ۶۹ کے مطابق ترتیب دے لو۔ ا ایک بڑا جوفہ ہے جس میں خشک ہوا بھری ہے۔ ب پارے کا ذخیرہ ہے جس کا بالائی حصہ کھلا ہوا ہے اور نیچے کے حصہ سے جوفہ بذریعہ ربر کی نلی کے جڑا ہے۔ جوفہ پانی کے برتن ی میں ڈوبا ہے۔ پانی کو تانبے کی نلی ف میں بھاپ گزارنے سے گرم کرتے ہیں۔ جوفہ کے قریب تپش پیما ج رکھا ہے تاکہ تپش مطالعہ کی جا سکے۔ ب کے متصل ایک انتصابی پیمانہ ہے جس کے ذریعہ سے



شکل ۶۹
د اور ف کا تعلق دریافت کرنے کا آلہ

ب کی سطح سیماب معلوم کرتے ہیں۔ اس پیمانہ کا صفر ش کی سطح کر لیا ہے۔ ب کو اوپر نیچے ہر جگہ ٹھہرا سکتے ہیں۔ اس کی تصدیق لانا نلی سے کی جاتی ہے جو صفحہ ۱۳۸ پر بیان کی گئی ہے۔

برتن ی میں سرد پانی بھر لو اور تین چار منٹ انتظار کرو تاکہ جوفہ کی ہوا کی تپش پانی کے برابر ہو جائے۔ تب ب کو اوپر نیچے کرو تاکہ پارے کی سطح جوفہ کی گردن میں ٹھیک ش پر آ جائے۔ اب ب میں پارے کی سطح مطالعہ کر لو۔ فرض کرو کہ یہ سطح ب سنتی میٹر ہے اور پانی کی تپش ت° م اور بارپیما کا مطالعہ ب سم سیماب ہے۔

اب پانی کی تپش ۵ درجۂ مئی بڑھا دی جائے سطح سیماب ث سے نیچے اتر جائیگی۔ مگر ب کو اوپر اٹھانے سے یہ سطح ث پر لائی جا سکتی ہے۔ دو چار منٹ کے بعد پارے کی سطح اور پانی کی تپش مطالعہ کی جائے۔ اسی طرح سے پانی کی تپش پانچ پانچ درجۂ مئی بڑھائی جائے اور مطالعات لئے جائیں۔

چونکہ د ∝ ت

لہذا د = ث ت یعنی ث = د/ت

ث مقدار مستقل ہے مطلق دباؤ کی تجربی قیمتوں د = (ب + بپ)

کو ت = ت + ۲۷۳ پر تقسیم کرکے اس امر کی تصدیق کرو۔ تجربہ کی تپشوں اور دباؤ سے ث کی قیمت نکالی جائے۔ یہ قیمت مستقل ہوگی۔ مطلق دباؤ اور تپش کے تعلق کی تشریح کرنے کی غرض سے ایک ترسیم کھینچ لی جائے اور مطالعات کی فہرست اس طرح تیار کی جائے:۔

مستقل حجم پر ہوا کی تپش مطلق اور دباؤ کا تجربہ

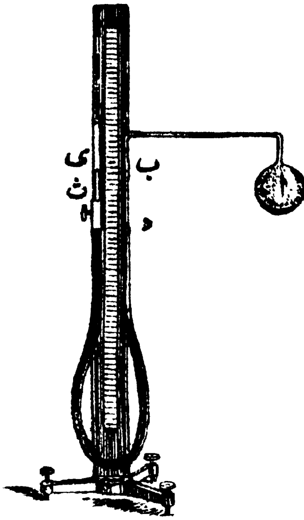
مطالعۂ بار پیما = (ب) سمر

تپش		سطح سیماب	جوفہ میں ہوا کا دباؤ	ث = (بپ + ب)/ت
ت ° مئی	ت مطلق	ب سمر	د = (بپ + ب) سمر	

ترسیم سے معلوم کرو کہ ۰° اور ۱۰۰° مر پر دباؤ کیا ہے اور دباؤ کے اضافہ کی شرح کا حساب لگاؤ۔

ہوا کا تپش پیما ــــ شکل ۷۵ میں جوفہ ا خشک ہوا سے بھرا ہے اور باریک سوراخ کی ایک نلی سے نلیوں ب د اور ی ث کو ملایا گیا ہے جو ایک پیمانہ کے بازو حسب ضرورت اونچی یا نیچی کی جا سکتی ہیں۔ جس جگہ کی تپش دریافت کرنا مقصود ہے جوفہ کو اس جگہ رکھو اور ی ث کو اوپر نیچے کرو تاکہ پارا ٹھیک ب پر آ جائے۔ تجربہ ۳۵ کے طریقہ سے جوفہ کا مطلق دباؤ دریافت کرلو اور اس دباؤ سے تپش کا حساب

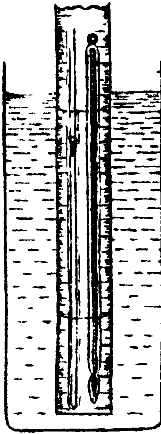
لگالو۔ اِس آلہ کی درجہ بندی ذیل کے طریقہ سے کرتے ہیں۔ اول جوفہ ۲ کے چاروں طرف یخ کے ٹکڑے خوب اچھی طرح جما دو اور پھر جوفہ کو بھاپ میں رکھ دو جو معیاری دباؤ کے تحت اُبلتے ہوئے پانی سے نکل رہی ہے۔ اِس طرح سے °۰ اور °۱۰۰م پر جوفہ کی مظروف ہوا کا دباؤ معلوم ہوجائیگا۔ سیمابی تپش پیما کے نقاطِ ثابت دریافت کرنے میں جو احتیاطیں کی گئی تھیں اُن کا خیال اِس تجربہ میں بھی رکھا جائے۔ اب جوفہ کو گرم پانی میں رکھو اور پانی کو آہستہ آہستہ ٹھنڈا کرو تاکہ °۰ اور °۱۰۰م کی درمیانی تپشوں کے مطابق دباؤ معلوم کئے جاسکیں۔ اِس آلہ کو مستقل حجم والا ہوا کا تپش پیما کہتے ہیں۔



شکل ۸۷
مستقل حجم والا ہوا کا تپش پیما۔

مستقل دباؤ والا ہوا کا تپش پیما شکل ۸۸ میں دکھایا گیا ہے۔ یہ ایک تپش پیما کی نلی سے بنا ہے جس کا سوراخ ایک مم کے قریب اور طول ۲۰سمر ہے۔ صاف اور خشک کرنے کے بعد نلی کے ایک سرے کو بند کردیا ہے۔ اگر نلی کو گرم کریں تو اُس کے اندر سے کچھ ہوا خارج ہوجائیگی اور ٹھنڈا کرنے پر ذرا سا پارا نلی میں چلا آئیگا۔ نلی کو سیدھا کھڑا کیا جائے تاکہ بند سرا نیچے رہے۔ کرۂ ہوا کی معمولی تپش پر پارے کا قطرہ نلی میں ۱۴سمر کے قریب اونچا ہونا چاہئے۔ چونکہ نلی کا بالائی سرا کھلا ہوا ہے اس لئے مظروف ہوا کی تپش زیادہ یا

کم ہونے پر صرف حجم میں تغیر ہوتا ہے اور دباؤ ہمیشہ کرۂ ہوا کے برابر رہتا ہے۔ کسی تپش پیما کے ساتھ اس نلی کو باندھ دیا جائے تاکہ قطرہ کے جائے قیام کو تپش پیما کے پیمانہ پر مطالعہ کرسکیں۔ اگر یہ تسلیم کرلیں کہ نلی کا سوراخ ہموار ہے تو مظروف ہوا کے حجم کا تناسب نلی کے طول کے ساتھ ہوگا۔ مذکورۂ بالا طریقہ سے پیمانہ کے مطالعات صفر درجہ اور سو درجۂ مئی کے مطابق کئے جائیں۔ یہ مطالعات علی الترتیب ۲۷۳° اور ۳۷۳° مطلق (مئی) کے مطابق ہیں۔ نیز صفر درجہ اور سو درجۂ مئی کی درمیانی تپشوں کے لئے بھی مطالعات لے لئے جائیں اور



شکل ۱۷
مستقل دباؤ والا ہوا کا تپش پیما

ان کو مطلق پیمانہ میں تحویل کرلیا جائے۔ چونکہ پارا نلی کے شیشہ سے چمٹتا ہے اِس لئے اس قسم کا مستقل دباؤ والا تپش پیما قابلِ اطمینان نہیں ہوتا۔

دو مختلف گیسوں کا آمیزہ ——— اگر کسی بند برتن میں دو ایسی گیسیں بھر دیں جن کا ایک دوسری پر کچھ بھی کیمیائی اثر نہیں ہے تو آمیزہ کا دباؤ دونوں گیسوں کے اُس دباؤ کے مجموعہ کے برابر ہوتا ہے جو کہ ہر ایک گیس کی موجودہ مقدار کا ہوتا اگر وہ برتن میں تنہا ہوتی۔ اِس کا ثبوت اِس طرح دیا جاتا ہے:

فرض کرو کہ یہ گیسیں علیٰحدہ علیٰحدہ برتنوں ا اور ب میں بھری ہیں (شکل ۱۸)۔
ا کی گیس کا دباؤ د۱ اور حجم ح ۱ ہے اور ب کی گیس کا دباؤ د۲ اور

حجم $ح_۲$ ہے۔ یہ دونوں برتن ایک ہی تپش پر ہیں اور اس تپش کو مستقل رکھا جاتا ہے۔



اگر ب کی گنجائش میں اتنا تغیر کردیا جائے کہ دباؤ $د_۱$ ہوجائے تو یہ نیا حجم ح کلیۂ بائیل سے معلوم ہوجائیگا

شکل ۴۲

$$د_۲ ح_۲ = د_۱ ح$$

یا $$ح = \frac{د_۲ ح_۲}{د_۱} \quad ......(۱)$$

چونکہ دونوں گیسوں کا دباؤ برابر ہے اس لئے اگر ب کی نلی میں سوراخ کردیں تو دونوں آپس میں مل جائینگی۔ اگر ایک گیس کا دوسری گیس پر کیمیائی اثر نہیں ہے تو آمیزہ کا دباؤ $د_۱$ اور مجموعی حجم $(ح + ح_۱)$ ہوگا۔

اگر ب اپنا ابتدائی حجم حاصل کرلے تو آمیزہ کا حجم $(ح_۱ + ح_۲)$ ہوجائیگا۔ فرض کرو کہ اب دباؤ د ہے تو کلیۂ بائیل کی رو سے

$$د_۱ (ح + ح_۱) = د (ح_۱ + ح_۲)$$

$$\therefore \quad د = \left(\frac{ح + ح_۱}{ح_۱ + ح_۲}\right) د_۱ = \frac{د_۱ ح_۱}{ح_۱ + ح_۲} + \frac{د_۱ ح}{ح_۱ + ح_۲}$$

مگر مساوات (۱) $ح = \frac{د_۲ ح_۲}{د_۱}$

$$\therefore \quad د = \left(\frac{د_۱ ح_۱}{ح_۱ + ح_۲}\right) + \left(\frac{د_۱}{ح_۱ + ح_۲} \times \frac{د_۲ ح_۲}{د_۱}\right)$$

$$= \frac{د_۱ ح_۱}{ح_۱ + ح_۲} + \frac{د_۲ ح_۲}{ح_۱ + ح_۲} \quad ......(۲)$$

اگر محض ۲ کی گیس دونوں برتنوں میں ہوتی تو اس کا دباؤ ۵ ہوتا

$$\text{د}'(\text{ح}_1 + \text{ح}_2) = \text{د}_1 \text{ح}_1$$

یا $\text{د}' = \dfrac{\text{د}_1 \text{ح}_1}{\text{ح}_1 + \text{ح}_2}$ ....(۳)

اور اگر محض ب کی گیس دونوں برتنوں میں ہوتی تو اس کا دباؤ $\text{د}''$ ہوتا

$$\text{د}''(\text{ح}_1 + \text{ح}_2) = \text{د}_2 \text{ح}_2$$

یا $\text{د}'' = \dfrac{\text{د}_2 \text{ح}_2}{\text{ح}_1 + \text{ح}_2}$ ....(۴)

لہذا ع۲ وع۳ اور ع۴ سے

$\text{د} = \text{د}' + \text{د}''$ ....(۵)

کثافتِ گیس — مخصوص تپش اور دباؤ کے تحت ایک مکعب حجم گیس کی کمیتِ مادّہ کو گیس کی کثافت کہتے ہیں۔
فرض کرو کہ گیس کی مخصوص کمیتِ مادّہ کا ابتدائی دباؤ د_1 حجم ح_1 تپش ت_1 اور کثافت ک_1 ہے۔ اگر آخری دباؤ د_2 حجم ح_2 تپش ت_2 اور کثافت ک_2 ہوں۔ اور اگر گیس کی مستقل کمیتِ مادّہ م گرام ہے تو

$$\text{م} = \text{ح}_1 \text{ک}_1 = \text{ح}_2 \text{ک}_2$$

∴ $\dfrac{\text{ک}_1}{\text{ک}_2} = \dfrac{\text{ح}_2}{\text{ح}_1}$ ....(۱)

نیز $\dfrac{\text{د}_1 \text{ح}_1}{\text{ت}_1} = \dfrac{\text{د}_2 \text{ح}_2}{\text{ت}_2}$

∴ $\dfrac{\text{ح}_2}{\text{ح}_1} = \dfrac{\text{د}_1 \text{ت}_2}{\text{د}_2 \text{ت}_1}$

لہذا نمبر(۱) سے $\dfrac{\text{ک}_1}{\text{ک}_2} = \dfrac{\text{د}_1 \text{ت}_2}{\text{د}_2 \text{ت}_1}$ ....(۲)

اگر تپش مستقل ہے تو

$$\frac{ک_۱}{ک_۲} = \frac{د_۱}{د_۲} \qquad \text{....................(۳)}$$

اگر دباؤ مستقل ہے تو

$$\frac{ک_۱}{ک_۲} = \frac{ت_۲}{ت_۱} \qquad \text{...........(۴)}$$

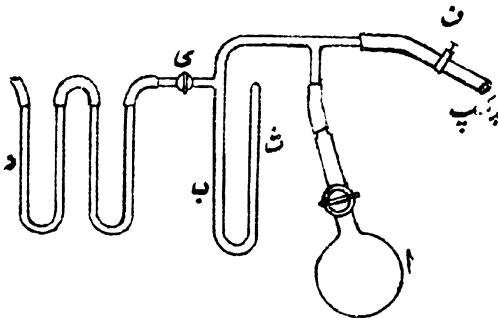
اگر تپش صفر درجۂ مئی اور معیاری دباؤ ۷۶ سمر سیماب کے تحت گیس کی کثافت $ک_ب$ ہے تو تپش ت درجات مئی اور دباؤ د سمر سیماب کے تحت گیس کی کثافت ک نمبر (۲) سے معلوم ہو سکتی ہے۔

$$\frac{ک_ب}{ک} = \frac{۷۶(ت + ۲۷۳)}{۲۷۳\ د}$$

یا

$$ک = \frac{۲۷۳\ د\ ک_ب}{۷۶(ت + ۲۷۳)} \qquad \text{........(۵)}$$

تجربہ ۳۶۔ ہوا کی کثافت —— ا شیشہ کا ایک گول برتن ہے جس کی گردن میں ایک نل لگا ہے (شکل ۴۳)۔ یہ برتن ربڑ کی نلی کے ذریعہ سے ایک فشار پیما ب ث سے جوڑا ہے۔ فشار پیما میں پارا بھرا ہے اور منہ بند نلی ث کے اوپر طریسلی خلا ہے۔ اگر



شکل ۴۳
ہوا کی کثافت دریافت کرنے کا آلہ

ث کے اُوپر مُنہ بند نلی پارے سے پُوری نہیں بھری ہے تو ب
پر کیسی دباؤ فشار پیما کی دونوں ساقوں کی سطحات سیماب کے فرق کے برابر ہے۔ ی
ایک نل ہے جو ربڑ کی نلی کے ذریعہ سے دو خمیدہ نلیوں سے جوڑا
ہے۔ ان خمیدہ نلیوں میں فاسفورس پنٹا کسائیڈ (Phosphorus pentoxide)
بھر دیا ہے تاکہ ہوا گول برتن میں داخل ہونے سے پیشتر اُن میں سے گزر کر خشک
ہو جائے۔ نلی کا سرا دکھلا ہے جس کی راہ سے ہوا نلیوں میں داخل ہوتی ہے۔ اس
آلہ میں ہوا خارج کرنے والا ایک پمپ بھی لگا ہے جس کے چلنے
پر ۲ کی ہوا خارج ہو جاتی ہے۔ ربڑ کی نلی میں ایک چٹکی ف
لگی ہے۔

نل ی کو بند کر دو اور برتن میں سے ہوا خارج کرو۔ اب
چٹکی ف کو دبا دو اور ی کو کھول دو تاکہ ہوا خشکندہ نلیوں میں سے ہوتی
ہوئی برتن ۲ میں پہنچ جائے۔ اس عمل کو چند بار دہراؤ تاکہ یہ یقین
ہو جائے کہ برتن میں خشک ہوا بھری ہے۔ چونکہ برتن کا تعلق کرۂ
ہوائی سے ہے اس لئے برتن میں مظروف ہوا کا دباؤ بار پیما سے
معلوم ہو جائیگا۔ اگر تپش پیما کو برتن کے قریب لے آئیں تو برتن میں
مظروف ہوا کی تپش اس تپش پیما کے مطالعہ کے برابر ہو گی۔ برتن کے
نل کو بند کر دو اور برتن کو علیحدہ کر لو۔ برتن کو وزن کرنے سے برتن اور
مظروف خشک ہوا کی کمیت ماده معلوم ہو جائیگی۔

برتن ا کو پھر آلہ سے جوڑ دو اور اس کے نل کو کھول دو۔ نل ی کو
بند کر دو اور برتن سے ہوا کو حتی المقدور خارج کرو۔ اگر برتن میں کچھ ہوا باقی ہے تو
فشار پیما کے مطالعہ سے اس کے وجود کا علم ہو جائیگا۔ ارتفاع پیما کے ذریعہ سے ب اور
ث میں پارے کی سطحیں دیکھ لینی چاہئیں۔ اب نل بند کرنے کے بعد برتن کو علیحدہ کر لیا
جائے۔ برتن کو وزن کرنے سے برتن اور بقیہ ہوا کی کمیت ماده معلوم ہو جائیگی۔ اب ا کی
گردن کو کسی برتن میں پانی کی سطح کے نیچے ڈبو دو اور نل کھول دو تاکہ ۱ میں پانی
بھر جائے۔ اس پانی کی تپش کمرہ کی تپش کے برابر ہونی چاہئے۔ اگر

پانی نل تک نہیں بھرا ہے تو کچھ پانی اور ڈال دو۔ اب برتن کو وزن کرو تاکہ برتن اور پانی کی کمیت دریافت ہو جائے۔

فرض کرو کہ ت اور $د_م$ کے تحت ہوا بھرے برتن کا وزن = و گرام

ت اور $د_ب$ کے تحت بقیہ ہوا اور برتن کا وزن = $و_۱$ گرام

پانی بھرے برتن کا وزن = $و_۲$ گرام

باریمائی دباؤ = $د_م$ سمر سیماب

بقیہ ہوا کا دباؤ جو فشار پیما سے معلوم ہوا ہے = $د_ب$ سمر سیماب

کمرہ کی مستقل تپش = ت درجہ مئی

چونکہ کمرہ کی تپش مستقل رہی ہے۔ اس لئے ہوا خارج کرنے کے بعد جو ہوا برتن میں باقی رہی ہے وہ ہوا کے ابتدائی حجم کا $\frac{د_ب}{د_م}$ حصہ ہے

لہذا خارج شدہ ہوا کا وزن = $و - و_۱$

یہ خارج شدہ ہوا ابتدائی مقدار کے $(۱ - \frac{د_ب}{د_م})$ حصہ کے برابر ہے اگر برتن میں جس قدر ہوا شروع میں تھی اس کا وزن $و_م$ ہے تو

$$\frac{و_م}{و - و_۱} = \frac{۱}{۱ - \frac{د_ب}{د_م}} = \frac{د_م}{د_م - د_ب}$$

یا $$و_م = \left(\frac{و - و_۱}{د_م - د_ب}\right) د_م \text{ گرام} \quad ....(۱)$$

چونکہ برتن کو لبالب بھرنے والے پانی کا وزن = $و_۲ - و_۱ + و_م$ گرام

اس لئے برتن کا حجم = $و_۲ - و_۱ + و_م$ مکعب سنتی میتر

لہذا تپش ت اور دباؤ $د_م$ کے تحت

ہوا کی کثافت ک = $\frac{(و - و_۱)\, د_م}{(و_۲ - و_۱ + و_م)(د_م - د_ب)} = \frac{(و - و_۱)\, د_م}{د_م(و_۲ - و_م) - د_م(و_۱ - و_م) د_ب}$ گرام فی مکعب سمر —(۴)

طبعی دباؤ اور تپش کے تحت ہوا کی کثافت مساوات نمبر (۵)

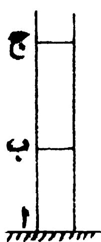
صفحہ ۱۶۱ سے معلوم کی جا سکتی ہے۔

$$ک_ب = \frac{۷۶ (ت + ۲۷۳)}{۲۷۳ \; د_م} ک$$

$$= \frac{۷۶ (ت + ۲۷۳)}{۲۷۳} \times \frac{(د_۱ - د_م)}{(د_۱ - د_۲) \dots} \text{ گرام فی مکعب سمر} \dots (۳)$$

بلندی کا اثر کرۂ ہوا کی کثافت اور دباؤ پر — بلندی جتنی زیادہ ہوگی اتنا ہی کرۂ ہوا کا دباؤ کم ہوگا۔ اگر بارپیما کو پہاڑ پر لے جائیں تو سفر کے دوران میں سطح سیماب بتدریج گرتی جاتی ہے۔ چونکہ پہاڑ پر کرۂ ہوا کا دباؤ کم ہوتا ہے اس لئے سطح بحر کے مقابلہ میں پہاڑ پر پانی کم تپش پر ابلتا ہے۔ ان تغیرات پر جو کلیہ حاوی ہے ذیل کے طریقہ سے اس کو کم و بیش سمجھا سکتے ہیں۔

ہوا کا ایک انتصابی اسطوانہ تصور کرو (شکل ۷۴) جس کا تراش عمودی رقبہ ایک مربع سنتی میتر اور لمبائی کرۂ ہوا کی انتہا تک ہے۔ فرض کرو کہ اسطوانہ کی تپش ہر جگہ °۰ م ہے اور سطح بحر ا پر کرے کا دباؤ ۷۶ سمر سیماب ہے۔ یہ دباؤ اسطوانہ کے مجموعی وزن کا نتیجہ ہے اور فی مربع سنتی میتر تقریباً ۱۰۳۳ گرام کے برابر ہے۔ °۰ م پر اس دباؤ کے تحت میں ہوا کی کثافت ۱۲۹۲۸ گرام فی ہزار مکعب سمر ہے۔



شکل ۷۴

اگر یہ مان لیں کہ چند میتر بلندی تک ہوا کی کثافت یکساں رہتی ہے تو ایک گرام وزنی ا ب اسطوانہ کی بلندی ۱۰ ÷ ۱۲۹۲۸ یعنی ۷٫۷۳۵ میتر ہوگی۔ ا ب اسطوانہ کے وزن کے برابر ب کا دباؤ ا کے دباؤ سے کم ہے یعنی ب پر دباؤ ۱۰۳۲ گرام فی مربع سنتی میتر ہے۔

اس دباؤ اور °۰ م پر ہوا کی کثافت

$$\frac{ک}{۱٫۲۹۲۸} = \frac{۱۰۳۲}{۱۰۳۳} \quad \text{(صفحہ ۱۶۱)}$$

ک = ۲۹۱۵ء۱ گرام فی ہزار مکعب سمر

یہ تسلیم کرتے ہوئے کہ ا ب کے اُوپر چند میٹر تک ہوا اُتنی ہی کثیف رہتی ہے جتنی کہ ب پر۔ تو ایک گرام وزنی اُسطوانہ ب ج کی بلندی ۱۰ ÷ ۲۹۱۵ء۱ یعنی تقریباً ۷۷ء۳۴۳ میٹر ہوگی اور ج پر دباؤ ۱۰۳۱ گرام فی مربع سنتی میٹر ہوگا۔ چونکہ اُسطوانہ ب ج اُسطوانہ ا ب سے بڑا ہے اِس لئے دباؤ کے ایک ایک گرام فی مربع سنتی میٹر فرق کے اُسطوانے جتنی بلندی زیادہ ہوگی اُتنے ہی بڑے ہوں گے۔

تپش زیادہ ہونے پر شکل ۸۷ میں اُسطوانے اب اور ب ج بڑھ جائینگے۔ تپش کی زیادتی سے حجم بڑھ جاتا ہے اور کثافت کم ہوجاتی ہے۔

بار پیما سے بلندیوں کی پیمائش کی جاتی ہے۔ سطح سیماب کے ایک انچ کی کمی تقریباً ۹۰۰ فٹ بلندی کے مطابق ہے۔ بے مائع بار پیما میں جو اس مقصد کے لئے استعمال کیا جاتا ہے دو قسم کے پیمانے ہوتے ہیں ایک دباؤ اور دوسرا بلندی بتلاتا ہے۔ چونکہ کرۂ ہوا کی تپش مختلف بلندیوں پر مختلف ہوتی ہے اِس لئے بلندی پیمائش کرنے کا یہ طریقہ محض تقریبی صحیح ہے۔

غبارہ۔ اگر ہوا ساکن ہے تو جس قاعدے کے تحت اجسام ساکن مائع میں تیرتے ہیں وُہی قاعدہ غباروں پر بھی عائد ہوتا ہے (طبیعیات حرکت۔ فصل بیسویں صفحہ ۴۳۹)۔

فرض کرو (شکل ۸۸) میں

غبارہ کا وزن مع سامان کے = و₁

غبارہ میں مظروف گیس کا وزن = و₂

غبارہ کے حجم کے برابر ہوا کا وزن = و₃

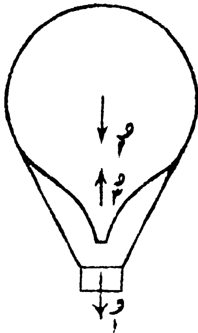
و₃ ہوا کے اُچھال کے بھی برابر ہے۔ یعنی اُس قوت کے برابر جو ہوا غبارہ پر عمل کرتی ہے اِس لئے توازن کی حالت میں

$$و_1 + و_2 = و_3$$

یا

$$و_1 = و_3 - و_2$$

لہذا اگر غبارہ میں زیادہ وزن رکھنا چاہیں تو $و_3$ اور $و_2$ کے فرق کو بڑھانے کی ضرورت ہوگی یعنی $و_3$ اور $و_2$ میں جتنا زیادہ فرق ہوگا اُتنے ہی زیادہ وزن کو غبارہ لے کر اُڑ سکیگا۔



شکل ۷۵
غبارہ

چونکہ غبارہ کا حجم معین ہے اس لئے طبعی دباؤ اور تپش کے تحت $و_3$ مقدار مستقلہ ہے۔ اس لئے $و_3$ اور $و_2$ کا فرق صرف اس ترکیب سے بڑھایا جاسکتا ہے کہ غبارہ میں نہایت ہلکی گیس بھری جائے۔ اس مقصد کے لئے عموماً ہیڈروجن گیس استعمال کرتے ہیں۔ ۰°م اور ۱ کرۂ ہوا کے دباؤ کے تحت فی مکعب فٹ ہیڈروجن کا وزن ۰.۰۰۵۵۹ پونڈ اور ہوا کا وزن ۰.۰۸۰۷ پونڈ ہے۔ لہذا طبعی دباؤ اور تپش پر غبارہ کا ایک مکعب فٹ حجم (۰.۰۸۰۷ - ۰.۰۰۵۵۹) یعنی ۰.۰۷۵۱۱ پونڈ وزن کو لے جاسکتا ہے۔

اگر غبارہ میں خلا ہے تو غبارہ $و_3$ کے برابر وزن اُڑا لے جائیگا لیکن کرۂ ہوا کے دباؤ کی وجہ سے غبارہ کے پچک جانے کا اندیشہ ہوگا۔ اگر اس احتمال کو دُور کرنے کی غرض سے غبارہ موٹی چادر کا بنائیں تو وہ اس قدر وزنی ہوگا کہ خود ہی نہ اُڑ سکیگا۔ لہذا اندرونی گیس اور بیرونی ہوا کا دباؤ قریب قریب برابر رکھا جاتا ہے تاکہ غبارہ کافی ہلکا بنایا جاسکے۔

اگر ($و_1 + و_2$) کم ہو $و_3$ سے تو غبارہ اُڑ سکیگا ورنہ نہیں (شکل ۷۵)۔ چونکہ بلندی زیادہ ہونے پر ہوا کی کثافت بھی کم ہوجاتی ہے

اِس لئے ایک مقام ایسا آئیگا جہاں پر $(p_1 + p_2)$ کے برابر p ہو جائیگا۔ اِس مقام پر غبارہ اڑتے اڑتے رُک جائیگا۔ زیادہ بلندی پر کرۂ ہوا کا دباؤ بھی کافی کم ہو جاتا ہے (صفحہ ۱۶۶) اس لئے اگر اندرونِ غبارہ کے دباؤ میں تغیر نہیں ہوا ہے تو غبارہ پھٹ جائیگا۔

غبارہ کی چوٹی پر ایک کواڑی لگا دیتے ہیں کہ جونہی اندرونی گیس کا دباؤ بیرونی ہوا سے کم ہو کچھ گیس خارج ہو جائے۔ اِس ترکیب سے غبارہ کے پھٹ جانے کا اندیشہ دُور ہو جاتا ہے۔

زمانۂ حال کے ہوائی جہازوں میں چھوٹے چھوٹے غباروں کی مدد سے بڑے غبارہ کی اندرونی گیس کے دباؤ کو گھٹاتے بڑھاتے ہیں۔ اِن چھوٹے غباروں میں ہوا بھر دی جاتی ہے اور اِن کو بڑے غبارے کے اندر رکھ دیتے ہیں۔ اگر چھوٹے غباروں میں زیادہ ہوا بھر دیں تو اُن کا حجم بڑھ جائیگا اور بڑے غبارے کی گیس کا حجم کم ہو جائیگا اور اندرونی گیس کا دباؤ بڑھ جائیگا۔ اِس ترکیب سے بغیر گیس خارج کئے غبارہ پر مجموعی دباؤ یکساں رکھا جا سکتا ہے۔

عام غباروں میں ریت کی تھیلیاں گِٹی (بیلاسٹ) کا کام دیتی ہیں۔ اگر غبارے کو زیادہ بلندی تک اُڑانا مقصود ہو تو ریت کی کچھ مقدار نیچے گرا دی جاتی ہے۔ چنانچہ اس طرح وہ مجموعی وزن جس کو اُڑا لے جانا مقصود ہوتا ہے کم ہو جاتا ہے۔ وہ ہوائی جہاز جن کو چلانے کے لئے انجن اور چپّو لگے ہوتے ہیں اُفقی محوروں پر گھومتے ہوئے پتواروں کے استعمال سے زیادہ بلندی تک اُڑ سکتے ہیں۔ ان کے استعمال سے ہوا میں سے گزرتے وقت جہاز کو بہت مزاحمت پیش آتی ہے۔ اور اگر پتواروں کے استعمال سے غبارہ زیادہ بلندی پر قائم رکھا جاتا ہے تو اس کی رفتار میں کمی ہو جاتی ہے۔

نویں فصل کی مشقیں

۱۔ کامل گیسوں کے کُلیۂ شارل[1] کو بیان کرو۔ کامل گیس کے سُکڑاؤ کے لحاظ سے تپش کے مطلق صفر کی تعریف کرو۔ اور ۲۰° ف کے مطابق مطلق پیمانہ (مئی) کی تپش دریافت کرو۔

۲۔ ایک چمنی کا اندرونی قُطر ۳ فٹ اور طول ۱۲۰ فٹ ہے۔ اور چمنی کی اندرونی گیسوں کی اوسط تپش ۲۸۰° مئی ہے۔ اگر مستقل دباؤ کے تحت تپش کو ۱۵° مئی تک کم کردیں تو بتاؤ کہ چمنی کی مظروف گیسوں کا حجم کیا ہوگا۔

۳۔ شیشہ کے باریک گردن والے خالی جوفہ کا وزن ۲۴٫۱۹ گرام ہے اور لبالب پانی بھر دینے پر وزن ۷۴۰٫۵ گرام ہے۔ خالی جوفہ کو تنور میں کچھ دیر رکھنے کے بعد گردن کو سر بمہر کردیا ہے۔ اس تنور کا دباؤ کرۂ ہوائی کے برابر ہے۔ اگر اب جوفہ کو پانی میں ڈبو دیں اور گردن کو نیچے کی طرف رکھ کر ڈاٹ کو کھول دیں۔ اور اگر دباؤ کو کرۂ ہوائی کے برابر کردیں تو جوفہ میں صرف ۳۵۰٫۶۸ گرام پانی داخل ہوتا ہے۔ تنور کی تپش کا حساب لگاؤ۔ پانی کی تپش ۱۵° مئی ہے۔

۴۔ ۱۵° مئی اور ۱۰ کُرہ مطلق دباؤ کے تحت ایک مکعب فٹ ہوا پھیل کر ۵ مکعب فٹ ہوجاتی ہے۔ اس کے لئے ہم تپشی خط کھینچو۔ اگر گیس کے اسی کمیت مادّہ کی تپش ۵۰° مئی ہو تو اس کے لئے بھی ایک ہم تپشی خط اُسی نقشہ میں کھینچو۔

۵۔ کامل گیسوں کے کُلیۂ ہائے شارل و بائیل کو صحیح مانتے ہوئے ثابت کرو کہ دح = ر ا ت۔

---

[1] Charles

۶۔ اگر ۰° مئی اور ۷۶ء۱۴ پونڈ فی مربع انچ دباؤ کے تحت فی مکعب فٹ ہوا کا وزن ۰۸۰۷ء۰ پونڈ اور ہیڈروجن کا ۰۰۵۵۹ء۰ پونڈ ہے تو مساوات د ح = س ر ت میں ہوا اور ہیڈروجن کے لئے س کی قیمت کا حساب لگاؤ۔

۷۔ نظام س، گ، ث، میں ۰° م اور ۰۱۳ء۱ × ۱۰^۶ ڈائن فی مربع سم دباؤ کے تحت ایک ہزار مکعب سم ہوا کی کمیت مادّہ ۲۹۲۸ء۱ گرام ہے۔ مساوات ح = س ر ت میں ر کی قیمت کا حساب لگاؤ۔

۸۔ ایک اُسطوانہ میں کچھ گیس بھری ہے۔ اِس میں فشارہ بھی لگا ہے۔ گیس کا حجم ۶ مکعب فٹ۔ تپش ۲۰° مئی اور مطلق دباؤ ۱۵ پونڈ فی مربع انچ ہے۔ گیس کی کمیت گھٹائی بڑھائی نہیں جاتی۔ اگر فشارہ کو دبانے پر ہوا کا حجم ۲۵ء۰ مکعب فٹ اور مطلق دباؤ ۱۵۰ پونڈ فی مربع انچ ہو جائے تو بتاؤ کہ تپش کیا ہو گی۔

۹۔ ۰° م اور ۷۶ سم دباؤ کے تحت ایک گرام ہیڈروجن کا حجم ۱۶ء۱۱ لیٹر ہے۔ بتاؤ کہ ۲۳° م اور ۴ء۷۶ سم دباؤ کے تحت ۳۸۵ء۰ گرام ہیڈروجن کا حجم کیا ہوگا (جامعۂ ادیلاد)۔

۱۰۔ مستقل دباؤ کے تحت گیس کے پھیلاؤ کی شرح کیسے معلوم کی جاتی ہے؟ ہوا کے تپش پیما کے مطلق صفر سے کیا مُراد ہے اور اِسے حساب سے کیسے معلوم کرتے ہیں۔

۱۱۔ ایک کان کا طول ۵۰ میٹر ہے۔ دباؤ کا ایک U نما پیمانہ (صفحہ ۱۳۵) زمین کے قریب چمنی سے جوڑا ہے اس میں پانی بھرا ہے۔ اگر پیمانہ کا مطالعہ ۲ سم ہے تو بتاؤ کہ چمنی کی گیسوں کی اوسط تپش کیا ہے۔ کمرہ کی تپش ۰° م ہے اور دباؤ ۷۶ سم سیماب ہے (اِس دباؤ اور تپش پر ہوا کی کثافت = ۰۰۱۲۹۳ء۰ فی گرام لیٹر ہے اور پارے کی کثافت = ۱۳۶ء۶ ۱ گرام فی مکعب سم۔

۱۲۔ اُن دو کلیوں کو بتاؤ جن کے مطابق گیسوں کے دباؤ، تپش اور حجم میں تغیر ہوتا ہے اور ظاہر کرو کہ یہ دونوں کلیے ایک ہی

مساوات میں آجاتے ہیں جس میں صرف ایک مقدار مستقلہ ہوتی ہے۔ اگر ۰° م اور ۷۶ء م ر دباؤ کے تحت ایک لیتر ہیڈروجن کی کمیت مادّہ ۰۸۹۶ء گرام ہے تو ہیڈروجن کی اِس مقدارِ مستقلہ کی قیمت دریافت کرو (پارے کی کثافت = ۱۳٫۶) (جامعۂ لندن)۔

۱۳۔ ۰° م اور ۷۶۰ء م ر سیماب دباؤ کے تحت آکسیجن کی کثافت ۱۴۲۹ء گرام فی لیتر ہے۔ اگر ۲۱° م اور ۷۸۰ء م ر دباؤ پر گیس کی کچھ کمیتِ مادّہ ایک اسطوانہ میں بھر دی جائے جس کی گنجائش ۲۶۵ لیتر ہے تو اسطوانہ میں گیس کی کمیتِ مادّہ دریافت کرو۔ (جامعۂ لندن)۔

۱۴۔ اگر کمرہ کی پیمائش ۳۰×۱۸×۱۵ فٹ ہے تو کمرہ کی خشک ہوا کے وزن کا حساب لگاؤ اور حساب کے اُصول کی تشریح بھی کرو۔ مطالعات بارپیما ۷۵۲ء م ر اور تپش پیما ۲۰° مئی ہیں۔ (۰° م ر تپش اور ۷۶۰ء م ر دباؤ کے تحت ہوا کی کثافت فی مکعب فٹ ۰۸۰۷ء۰ پونڈ ہے۔) (جامعۂ الہ آباد)۔

۱۵۔ ایک ظرف میں دو مختلف گیسیں ملا دی گئی ہیں۔ اگر ایک گیس کا دوسری گیس پر کچھ بھی کیمیائی اثر نہیں ہے تو اُن کے مجموعی دباؤ کا قاعدہ بیان کرو اور ثبوت بھی دو۔

۱۶۔ بتاؤ کہ تم خشک ہوا کی کثافت کیسے دریافت کرو گے۔ ایک تجربہ کے مطالعات حسب ذیل ہیں:—

۱۴° مئی پر خشک ہوا سے بھرے ہوئے شیشہ کے ظرف کا وزن = ۳۵٫۲۷۵ گرام

پانی بھرے ظرف کا وزن	= ۱۷۹٫۹۵ گرام
ظرف اور بقیہ ہوا کا وزن	= ۲۵٫۱۹۸ گرام
مطالعۂ بارپیما	= ۷۷٫۱۴ سمر سیماب
مطالعہ یعنی ظرف میں بقیہ ہوا کا دباؤ	= ۱۹٫۱ سمر سیماب

۰° م ر اور ۷۶ سمر سیماب کے تحت ہوا کی کثافت گراموں میں فی مکعب سمر معلوم کرو۔

۱۷۔ ایک ہوائی جہاز کا طول ۵۰۰ فٹ اور اوسط قطر ۵۰ فٹ ہے۔ اور اس میں ہیڈروجن بھری ہے۔ اگر ڈھانچہ، غلاف، انجن وغیرہ کا وزن ۲۶ ٹن ہے تو بتاؤ کہ جہاز کتنے وزن کے سامان (پٹرول، گولہ بارود، وغیرہ) اور ملازمین کو اُڑا سکتا ہے۔

۱۸۔ ۲ اور ب دو برتن ایک نلکی کے ذریعہ سے جوڑے ہیں جس میں ایک نل لگا ہے۔ نل کو بند کر دینے پر ۲ میں ۳۶۰ سمر سیماب دباؤ کے تحت اور ب میں ۲۴۰ سمر سیماب دباؤ کے تحت ہوا بھری گئی ہے۔ ۲ کا حجم ۸۰۰ مکعب سمر اور ب کا ۶۰۰ مکعب سمر ہے۔ اگر نل کھول دیا جائے تو بتاؤ کہ ہر برتن میں دباؤ کس قدر ہوگا (تپش مستقل رہی ہے)۔

۱۹۔ پچکی ہوئی ہوا رکھنے کے ایک آہنی برتن میں جس کی گنجائش ۶ مکعب فٹ ہے ایک کواڑی لگی ہے۔ اگر اندرونی ہوا کا دباؤ کرۂ ہوا کے دباؤ سے ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ زیادہ ہوجاتا ہے (یعنی اگر مطلق دباؤ ۱۱۵ پونڈ فی مکعب انچ ہوجاتا ہے) تو کواڑی کے ذریعہ سے کچھ ہوا خارج ہوجاتی ہے۔ اگر ۱۵° م اور ۱۱۰ پونڈ مکعب انچ مطلق دباؤ کے تحت ہوا بھرنے کے بعد برتن کو گرم کریں تو معلوم کرو کہ کس تپش پر کواڑی کھل جائیگی۔

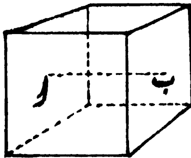


دسویں فصل

نظریۂ تحرک — فعلِ گیس

گیسی سالمات کا دباؤ جو متوازی سمت میں متحرک ہیں۔ ع

ایک کھوکھلا مکعب ہے جس کا ہر کنارہ ایک سنتی میٹر لمبا ہے (شکل ۴۶)۔ فرض کرو کہ اس مکعب میں صرف ایک سالمہ ہے جس کا وزن م گرام ہے اور جو ہمیشہ ا ب پر حرکت کرتا ہے۔ اگر ا ب مکعب کے دو بالمقابل رُخوں پر عمود ہے تو یہ تسلیم کیا جا سکتا ہے کہ ہر مرتبہ سالمہ کی سمتِ حرکت رُخ سے ٹکرانے پر بدل جائیگی۔ اگر سالمہ کی رفتار ر ہے تو ہر ٹکر پر معیارِ حرکت میں تغیر ۲ م ر ہوگا (الطبیعیات حرکت صفحہ ۱۰۹) چونکہ اسے ب تک پہنچنے میں $\frac{1}{ر}$ ثانیہ صرف ہوتے ہیں اس لئے بالمقابل رُخوں سے سالمہ ہر ثانیہ میں ر مرتبہ ٹکرائیگا لہذا فی ثانیہ معیارِ حرکت میں تغیر ۲ م ر۲ ہوتا ہے۔ مگر سالمہ ہر رُخ سے برابر برابر مرتبہ ٹکراتا ہے یعنی ایک ثانیہ میں ایک رُخ سے صرف $\frac{1}{2}$ ر مرتبہ ٹکراتا ہے اس لئے ایک ثانیہ میں ایک رُخ پر معیارِ حرکت کا تغیر م ر۲ کے



شکل ۴۶

برابر ہوتا ہے پس اسی قدر قوت مکعب کے رُخ پر عمل کرتی ہے (طبیعیات حرکت صفحہ ۱۰۹)

قوت = م ر۲ ڈائن

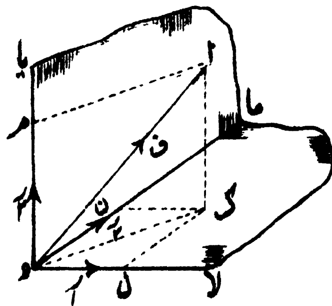
اگر مکعب میں ن سالمات ہیں جو ا ب کے متوازی خطوط پر رفتار ر سے متحرک ہیں تو مکعب کے ایک رُخ پر قوت ن م ر۲ ڈائن کے برابر ہوگی۔ چونکہ یہ قوت ایک مربع سنٹی میٹر رقبہ پر منقسم ہے اس لئے ایک رُخ پر دباؤ اس قوت کے برابر ہوتا ہے۔

∴ دباؤ = د = ن م ر۲ ڈائن فی مربع سمر

اگر سالمات کی رفتار مختلف ہے تو فرض کرو کہ رفتاروں کے مربعوں کا اوسط ر̄۲ کے برابر ہے اس لئے

د = ن م ر̄۲ ڈائن فی مربع سمر ——— (۱)

گیس کا دباؤ۔ گیس کے سالمات ہر ممکن سمت میں متحرک ہوتے ہیں اگر گیس مکعب میں بھری ہے ــ فرض کرو کہ خطوط ولا - ویا - وما مکعب کے سروں کے متوازی ہیں (شکل ۷۷)۔ اگر سالمہ کی رفتار ف ہے تو ف کی ان محوروں کے متوازی تحلیل کرلو۔



شکل ۷۷۔ سالمہ کی رفتاروں کی تحلیل

ف کو اول و م اور و ک میں تحلیل کرلیا جائے (واضح ہو کہ و ک اُس مستوی میں ہے جس میں و ما اور و لا واقع ہیں)۔ اور تب و ک کو و لا اور و ما کے متوازی و ل اور و ن میں تحلیل کرلو۔ فرض کرو کہ و لا، و یا اور و ما کے متوازی رفتاریں ر۱، ر۲، ر۳ ہیں تو شکل کے ہندسہ سے

و ف^2 = و ک^2 + ک ف^2 = و ل^2 + ل ک^2 + و م^2

= و ل^2 + و م^2 + و ن^2

∴ ف^2 = ر۱^2 + ر۲^2 + ر۳^2

دیگر سالمات کی حرکت مختلف سمتوں میں ہے مگر ہر رفتار کو چاہے وہ کسی سمت میں کیوں نہ ہو اِن تینوں محوروں کے متوازی تحلیل کرسکتے ہیں۔ اگر ر̄۱^2 اور ر̄۲^2 کا تعلق ر۱^2 اور ر۲^2 کے ساتھ وہی ہے جو ر̄۲ کا ر۲ کے ساتھ ہے جس کا تذکرہ اوپر کیا جاچکا ہے اور اگر ف^2 کا ف̄ کے ساتھ بھی وہی تعلق ہے یعنی ف̄^{2} اصلی رفتاروں کے مربعوں کا اوسط ہے تو

ف̄^{2} = ر̄۱^2 + ر̄۲^2 + ر̄۳^2

چونکہ مکعب کے کسی خاص حصے میں سالمات زیادہ تعداد میں جمع ہونے کے متقاضی نہیں ہیں۔ اس لئے یہ فرض کیا جاسکتا ہے کہ رفتاریں ر̄۱، ر̄۲ اور ر̄۳ مساوی ہیں

لہذا ر̄^{2} = ر̄۱^2 = ر̄۲^2 = $\frac{1}{3}$ ف̄^{2} ——— (۲)

لہذا اگر مکعب سنٹی میٹر میں ن سالمات ہر ممکن سمت میں متحرک ہیں تو مساوات (۱) اور (۲) سے

د = $\frac{1}{3}$ ن م ف̄^{2} ڈائن فی مربع سم ——— (۳)

اگر مکعب کا حجم ح مکعب سم ہے اور اگر ہر مکعب سنٹی میٹر میں ن سالمات موجود ہیں تو

د ح = $\frac{1}{3}$ ن م ح ف̄^{2} ——— (۴)

ایک مکعب سنٹی میٹر میں سالمات کا وزن ن م ہے یعنی سالمات کی کثافت

ک = ن م

اِس لئے حجم ح کے کُل سالمات کا وزن = ک ح = ن م ح = ھ

د ح = ⅓ ھ فَ² .... (۵)

اگر مکعب میں گیس کی صرف ایک اکائی کمیت مادّہ ھ اکائی ہو تو

د ح = ⅓ فَ² ———————— (۶)

چند اہم نتائج — مذکورہ مساوات ۵ میں حجم اور دباؤ کا حاصلِ ضرب ⅓ ھ فَ² کے برابر ہے۔ چونکہ ھ مقدارِ مستقلہ ہے اِس لئے یہ حاصلِ ضرب اُسی وقت مستقل ہو سکتا ہے جبکہ فَ² مقدارِ مستقلہ ہو۔ مگر کلیۂ بائیل سے یہ معلوم ہُوا ہے کہ اگر تپش مستقل ہے تو یہ حاصلِ ضرب بھی مستقل ہوتا ہے لہٰذا نتیجہ نکلا کہ تپش مستقل ہونے پر فَ² بھی مقدارِ مستقلہ ہوتی ہے۔

گیس کی مخصوص کمیتِ مادّہ کے دباؤ کا تناسب تپشِ مطلق سے ہوتا ہے بشرطیکہ گیس کا حجم مستقل رہے (صفحہ ۱۵۲)۔ اگر مساوات ۵ میں ح کو مستقل بنا دیں تو نتیجہ نکلتا ہے کہ د میں تغیر فَ² کے ساتھ ساتھ ہوگا۔ لہٰذا سالمات کی رفتاروں کے مربع کے اوسط کا تناسب تپشِ مطلق ت سے ہے یعنی اگر ت میں اضافہ ہوگا تو فَ² میں بھی اضافہ ہو جائیگا اور اگر ت میں تخفیف ہوگی تو فَ² بھی کم ہو جائیگا اور ت اور فَ² ساتھ ساتھ کالعدم ہونگے۔ لہٰذا تپش کے مطلق صفر کی تعریف یہ بھی ہو سکتی ہے کہ یہ وہ تپش ہے جس پر کسی گیس کے سالمات ساکن ہو جاتے ہیں۔

اگر مساوات (۵) میں د مقدارِ مستقلہ ہے تو ح اور فَ² ایک ساتھ تغیر پذیر ہونگے۔ کلیۂ شارل سے معلوم ہُوا ہے کہ مستقل دباؤ کے تحت گیس کی مخصوص کمیتِ مادّہ کے حجم کا تناسب تپشِ مطلق ت سے ہے لہٰذا پھر بھی یہی نتیجہ نکلتا ہے کہ فَ² کا تناسب ت سے ہے۔

ایک سالمہ کی توانائی بالفعل جس کی رفتار فَ اور وزن م ہے ½ م فَ² کے برابر ہے اس لئے گیس کے ھ کمیتِ مادّہ کی

مجموعی توانائی بالفعل $\frac{1}{2}$ م ف^2 ہوگی (ف^2 سالمات کی مربع رفتاروں کا اوسط ہے) چونکہ ف^2 کا تغیر ت کے ساتھ ساتھ ہوتا ہے لہذا مجموعی توانائی بالفعل کا تناسب تپشِ مطلق سے ہے۔ مستقل حجم پر گیس کی تپش بڑھانے کے لئے اس میں حرارت کا کچھ اضافہ کرنا پڑتا ہے جس کی وجہ سے گیس کی توانائی بالفعل بڑھ جاتی ہے۔ اس سے ہم یہ نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں کہ جس قدر حرارت جسم میں پہنچائی جاتی ہے وہ توانائی بالفعل میں تحویل ہوجاتی ہے جو جسم میں سالمات کی حرکت کی شکل میں موجود رہتی ہے۔ اگر گیس میں سے کچھ حرارت نکال لی جائے تو توانائی بالفعل میں کمی آجائیگی اور مطلق صفر تپش پر توانائی بھی صفر کے برابر ہوگی۔

کلیۂ آووگیڈرو۔ ا اور ب یکساں گنجائش کے دو برتن ہیں۔ فرض کرو کہ ایک ہی تپش اور دباؤ کے تحت ا میں ایک گیس اور ب میں دوسری گیس بھری ہے۔ یہ فرض کرلیا جاتا ہے کہ ایک ہی تپش پر ان دونوں گیسوں کے ہر سالمہ کی اوسط توانائی بالفعل مساوی ہے یعنی

$$\frac{1}{2} م_ا ف^2_ا = \frac{1}{2} م_ب ف^2_ب$$

اور چونکہ دونوں گیسوں کے حجم اور دباؤ برابر ہیں اس لئے اُن کے حاصلِ ضرب بھی برابر ہونگے لہذا مساوات نمبر (۴) صفحہ ۱۷۴ سے

$$\frac{1}{2} ن_ا م_ا ح ف^2_ا = \frac{1}{2} ن_ب م_ب ح ف^2_ب$$

$$\therefore ن_ا = ن_ب$$

اس نتیجہ سے یہ اخذ ہوتا ہے کہ ایک ہی تپش اور دباؤ کے تحت ہر کامل گیس کے ایک مکعب سنتی میٹر میں سالمات کی تعداد مساوی ہوتی ہے۔ اس نتیجہ کو کلیۂ آووگیڈرو کہتے ہیں۔

اگر گیس ا گیس ب کے مقابلہ میں کثیف ہے تو ا کے سالمہ کی کمیتِ مادہ ب کے سالمہ سے زیادہ ہوگی۔ اس لئے اگر ایک ہی تپش پر دونوں گیسوں کے سالمات کی متوسط توانائی بالفعل باہمدیگر برابر ہے تو $ف_ا$ کے مقابلہ میں $ف_ب$ کم ہوگی۔ ہوا ہیڈروجن سے چودہ گنا کثیف ہے اور طبعی دباؤ کے تحت ہیڈروجن کے سالمات کی متوسط رفتار ۱۸۰۰ میٹر فی ثانیہ ہے اور طبعی تپش کے تحت ہوا کے سالمات کی متوسط رفتار ۴۸۵ میٹر فی ثانیہ ہے۔

گیس کی اندرونی توانائی — سالمات کی حرکت اور وضع کی وجہ سے گیس کی اکائی کمیتِ مادہ میں جس قدر مجموعی حرارتی توانائی ہوتی ہے اُس کو گیس کی اندرونی توانائی کہتے ہیں۔ اندرونی توانائی کی پیمائش اصولاً صفرِ مطلق سے کرنی چاہیے مگر اس پیمائش کے لئے ذرائع مہیا نہیں ہیں۔ اِس لئے اِس توانائی کو معلوم کرنے کی غرض سے صفر درجہ مئی کو کام میں لاتے ہیں جس سے صرف صفر درجہ مئی کی توانائی سے زائد جس قدر توانائی ہوتی ہے اُس کا پتہ چلتا ہے۔ سالمات کی رفتار کا انحصار صرف تپش پر ہے اِس لئے اگر گیس کے حجم اور دباؤ میں تغیر ہو اور تپش مستقل رہے تو سالمی حرکت کی اندرونی توانائی بالفعل میں کچھ بھی تغیر نہ ہوگا۔

تجربۂ جول[1] — جول نے دو برتنوں کو ایک نلی سے جوڑا جس میں ایک ٹونٹی لگی ہوئی تھی۔ ٹونٹی بند کر دینے کے بعد ایک برتن میں سے ہوا بالکل خارج کردی اور دوسرے برتن میں ہوا بھری گئی اور تب ان دونوں برتنوں کو پانی میں ڈبو دیا جس کی تپش مطالعہ کرلی گئی ۔ نل کھولنے پر ایک برتن کی ہوا نے دوسرے برتن کو بھی بھر دیا یعنی ایک برتن کی ہوا کا حجم دونوں برتنوں کے برابر

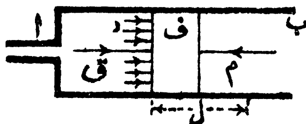
---

[1] Joule

ہو گیا۔ پانی کو خوب ہلانے کے بعد اس کی تپش کے مطالعہ سے معلوم ہوا کہ تپش میں کچھ بھی تغیر نہیں ہوا ہے یعنی بلا مزاحمت پھیلنے پر گیس کی تپش میں کمی یا زیادتی نہیں ہوتی لہذا جول نے نتیجہ نکالا کہ اگر گیس بلا مزاحمت کے پھیلے تو اس کی اندرونی توانائی بالفعل میں کچھ بھی تغیر نہیں ہوتا۔ یہ کلیہ قریب قریب ٹھیک ہے مگر بالکل صحیح نہیں وجہ آیندہ بیان کی جائیگی۔

مستقل دباؤ کے تحت گیس کے کام کی تعیین۔ اگر مستقل دباؤ د کے تحت کسی اسطوانہ میں گیس ا سے داخل ہو اور مزاحمت م کے خلاف فشارہ ف کو فاصلہ ل تک پیچھے ہٹا دے (شکل ۷۸) تو فرض کرو کہ

فشارہ کا رقبہ = ا



شکل ۷۸۔ گیس کا کیا ہوا فعل

لہذا فشارہ پر کل قوت = ق = د ا

چونکہ فشارہ فاصلہ ل تک پیچھے ہٹا ہے

لہذا ق کا کیا ہوا کام = ق ل = د ا ل

ا ل ہوا کا وہ حجم ہے جو دباؤ کو مستقل رکھنے کے لئے اسطوانہ میں داخل ہوا ہے اور یہ اُس حجم کے بھی برابر ہے جو فشارہ نے ل تک پیچھے ہٹنے میں طے کیا ہے۔ اگر ا ل کے بجائے ح لکھ دیں تو

ق کا کیا ہوا کام = د ح ——————— (۱)

اگر دباؤ پونڈ وزن فی مربع فٹ اور حجم مکعب فٹ ہے تو کام فٹ۔پونڈ میں ہوگا۔ اور اگر دباؤ کلوگرام وزن فی مربع سنتی میٹر میں اور حجم مکعب سنتی میٹر میں ہے تو کام سنتی میٹر کلوگرام میں ہوگا۔ س۔گ۔ ث اکائیوں میں د فی مربع سمر ڈائن میں ہے اور ح مکعب سمر میں لہذا فعل ارگس (Ergs) میں ہوگا گیس کی ح اکائیوں کا حجم داخل کرکے ہم نے کام کی د ح اکائیاں حاصل کیں۔ اگر صرف ایک اکائی حجم ہوا اسطوانہ میں

داخل ہو تو

گیس کا فی اکائی حجم کیا ہوا کام = $\frac{دح}{ح}$ = د ــــــــ (۲)

مذکورۂ بالا حالتوں کے تحت جو کام کیا جاتا ہے اُس کا نقشہ شکل ۷۹ میں درج ہے۔ (دیکھو فصل ۱۳ علم حرکت)

۲ ب = ح = حجم جس کو فشارہ نے آگے دھکیلا۔

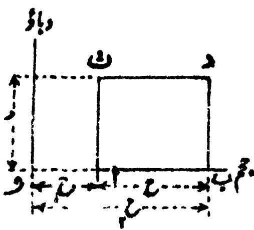
و ا = $ح_۱$ = فشارہ کی حرکت شروع ہونے سے قبل گیس کا حجم۔

و ب = $ح_۲$ = فشارہ کی حرکت ختم ہونے کے بعد گیس کا حجم

ا ث = ب د = گیس کا مستقل دباؤ۔

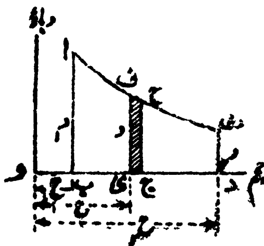
∴ رقبہ ۲ ب د ث = د ح

= گیس کا کیا ہوا کام۔



شکل ۷۹۔ مستقل دباؤ پر گیس کا فعل

پھیلنے میں گیس کا کام۔ اگر فشارہ کے کچھ دور تک چلنے کے بعد گیس کے داخل ہونے کا راستہ بند کر دیا جائے۔ اور اگر فشارہ اسی سمت میں متحرک رہے تو حجم کے بڑھنے کے ساتھ ساتھ دباؤ بھی کم ہوتا جائیگا لہذا فشارہ کی چال کے ہر دوسرے سنتی میٹر پر دباؤ کا فعل بھی کم ہوگا۔ شکل ۸۰ میں و ب = $ح_۱$ = گیس کے آنے کا راستہ بند کرنے پر اسطوانہ میں گیس کا حجم



اور ب ا = $د_۱$ = گیس کے آنے کا راستہ بند کرنے پر اُسطوانہ میں گیس کا دباؤ فشارہ کے آگے چلنے پر گیس کے دباؤ کی کمی ترسیم ا ش سے ظاہر ہے۔

شکل ۸۰۔ پھیلنے پر گیس کا فعل

و د = $ح_۲$ فشارہ کے

د تک پہنچنے پر گیس کا حجم

د ث = د۲ = فشارہ کے د تک پہنچنے پر گیس کا دباؤ

جس وقت گیس کا دباؤ ی ف یعنی د کے برابر اور حجم و ی یعنے ح کے برابر ہوجاتا ہے تو فرض کرو کہ فشارہ تھوڑا سا اور آگے بڑھتا ہے اور حجم میں اضافہ ی ج ہوتا ہے۔ اس اضافہ کو مف ح لکھ سکتے ہیں چونکہ مف ح کے برابر تغیر کے دوران میں دباؤ تقریباً یکساں رہا ہے لہذا مساوات ۱ صفحہ ۱۷۰ سے کئے ہوئے کام کا حساب لگا سکتے ہیں۔

خفیف سی حرکت کے لئے فعل = د × مف ح

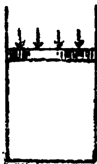
یہ فعل شکل ۸۰ میں سیاہ رقبہ ی ف ح ج کے برابر ہے فشارہ کی اور خفیف حرکتوں کے لئے اسی قسم کے رقبے شکل میں کھینچ لئے جائیں لہذا حجم کے ح سے ح تک پھیلاؤ کی وجہ سے گیس کا فعل رقبہ ب ۲ ث د کے برابر ہوگا۔ اگر گیس کلیۂ بائیل یعنی مستقل تپش کے تحت پھیلی ہے تو اس کے لئے ترسیم ۲ ث کھینچ لیجائے اور رقبہ سطح پیما یا مساحت کے کسی اور آسان طریقہ سے دریافت کیا جاسکتا ہے۔ اگر رقبہ مربع سنتی میٹروں میں ہے تو اسے کو دباؤ اور حجم کے پیمانہ سے ضرب دے لینا چاہیئے مثلاً نقشہ کی ہر سنتی میٹر بلندی کو د کلوگرام وزن فی مربع سمر سے اور ہر سنتی میٹر طول کو مکعب سمر سے ضرب دینے پر فعل سنتی میٹر کلوگرام میں حاصل ہوگا۔

مستقل حجم پر گیس کی نوعی حرارت ــــــ اگر گیس کسی ایسے بند برتن میں بھری ہو جس کا حجم مستقل ہے تو اضافۂ حرارت سے گیس کی تپش بڑھیگی اور جس قدر حراری توانائی گیس میں پہنچائی جائیگی وہ سب کی سب سالمات سے زائد توانائی بالفعل میں تحویل ہوجائیگی۔ چونکہ پھیلاؤ نہیں ہوا ہے اس لئے گیس نے بیرونی مزاحمت کے خلاف کچھ فعل نہیں کیا ہے۔ اگر گیس کا حجم مستقل ہو تو وہ مقدارِ حرارت جو گیس کی اکائی

کمیتِ مادہ کی تپش ایک درجہ مئی بڑھانے کے لئے درکار ہوتی ہے
مستقل حجم پر گیس کی نوعی حرارت کہلاتی ہے اور اس کو نح لکھتے ہیں

مستقل دباؤ کے تحت گیس کی نوعی حرارت

شکل ۸۱ کے اُسطوانہ میں گیس کی اکائی کمیت بھری ہے اور فشارہ پر کچھ بوجھ رکھا ہے جس کی وجہ سے گیس پر مستقل دباؤ د رہتا ہے۔ اس دباؤ اور تپش ت مطلق کے تحت گیس کا جحم ح ہے۔



اگر گیس کی تپش ایک درجہ بڑھادی جائے تو
(ا) ذیل کے قاعدہ سے بموجب
حجم بڑھ کر $ح_۲$ ہو جائیگا۔

$$\frac{ح_۱}{ح_۲} = \frac{ت_۱}{ت_۲} = \frac{ت_۱}{ت_۱+۱} \quad \text{———— (۱)}$$

شکل ۸۱

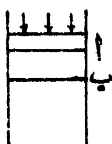
(ب) چونکہ تپش بڑھی ہے اس لئے
توانائی بالفعل میں بھی اضافہ ہوگا۔ یہ دونوں تغیراتِ ذیل کی مثال سے جلدی سمجھ میں آجائینگے:۔

فرض کرو کہ اُسطوانہ میں فشارہ کے نیچے ایک پتلا سا پردہ لگا ہے تاکہ جب فشارہ اوپر اُٹھایا جائے تو گیس پھیل نہ سکے۔ اگر بیرونی قوت کے عمل سے فشارہ کو اتنا اوپر اُٹھائیں کہ اُسطوانہ میں فشارہ کے نیچے حجم $ح_۲$ ہوجائے تو صفحہ ۱۷۹ کے مطابق

$$\text{بیرونی قوت کا فعل} = د_۱ (ح_۲ - ح_۱) \quad \text{———— (۲)}$$

اس صورت میں پردہ ب اور فشارہ ۲ کے درمیان خلا ہوگا اور پردہ ب کے نیچے گیس ہوگی (شکل ۸۲)۔ اگر پردہ میں ایک سوراخ کردیں تاکہ فشارہ کے نیچے تمام جگہ میں گیس پھیل جائے تو اس پھیلاؤ کی وجہ سے تپش میں تغیر نہ ہوگا (صفحہ ۱۷۷)۔ لہذا گیس کی اکائی کمیت کا حجم $ح_۲$ اور تپش $ت_۱$ ہونگے۔

اگر اس حجم کو مستقل رکھتے ہوئے گیس کی تپش کو ایک درجہ بڑھائیں تو یہ $ن_ح$ حرارون کی ضرورت ہوگی۔ اگر سارا عمل بیرونی امداد کے بغیر ہوتا تو گیس میں $ن_ح$ کے علاوہ اور اتنی حرارت بھی پہنچانی پڑتی جو بیرونی فعل کو انجام دینے کے لئے کافی ہوتی۔ اِس حرارت کا حساب مساوات نمبر (۲) کو حرارت کے معادلِ حیلی جو سے تقسیم کرنے پر لگا سکتے ہیں۔



شکل ۸۲

لہذا جملہ حرارتِ مطلوبہ $= ن_ح + \frac{د (ح_۲ - ح_۱)}{جو}$

اِس مقدارِ حرارت کو مستقل دباؤ کے تحت گیس کی نوعی حرارت کہتے ہیں اور اس کو $ن_د$ لکھتے ہیں۔ اِس لئے

$$ن_د = ن_ح + \frac{د (ح_۲ - ح_۱)}{جو} \qquad (۳)$$

مساوات نمبر (۱) سے

$$ح_۲ = \frac{ت_۱ + ۱}{ت_۱} ح_۱$$

$$\therefore ح_۲ - ح_۱ = \left(\frac{ت_۱+۱}{ت_۱}\right) ح_۱ - ح_۱ = ح_۱ \left(\frac{ت_۱+۱}{ت_۱} - ۱\right)$$

$$= \frac{ح_۱}{ت_۱}$$

$$\therefore ن_د = ن_ح + \frac{د ح_۱}{ت_۱} \cdot \frac{۱}{جو}$$

چونکہ $د ح_۱ = سا ت_۱$ (صفحہ ۱۵۲)

$$\therefore ن_د = ن_ح + \frac{سا ت_۱}{ت_۱} \cdot \frac{۱}{جو} = ن_ح + \frac{سا}{جو} \qquad (۴)$$

اگر دیگر مقادیر معلوم ہوں تو اس مساوات سے کسی گیس کے لئے $ن_د$ کی قیمت کا حساب لگا سکتے ہیں۔ مائر (Mayer) نے حرارت کے حیلی معادل کو

دریافت کرنے کے لئے ن، ن، اور س کی معلوم شدہ قیمتیں استعمال کیں۔ اور یہ فرض کرلیا کہ گیس کے بلا مزاحمت پھیلاؤ پر گیس کی اندرونی توانائی میں تغیر نہیں ہوتا حالانکہ اس مفروضہ کی تصدیق کچھ عرصہ کے بعد جولؔ[1] کے تجربہ سے ہوئی (صفحہ ۱۷۷)۔

دسویں فصل کی مشقیں

ثابت کرو کہ گیس کے سالمات کی اوسط مربع رفتار مطلق تپش کے تناسب ہے۔

۲۔ گیس کے سالمات کی مجموعی توانائی بالفعل اور مطلق تپش میں کیا تعلق ہے؟ اس تعلق کو تفصیل کے ساتھ بیان کرو۔

۳۔ گیسوں کے نظریۂ تحرک کی مدد سے بتاؤ کہ تپش کے مطلق صفر سے کیا مُراد ہے۔

۴۔ کلیۂ آوگیڈرو بیان کرو اور معلوم کرو کہ یکساں تپش اور دباؤ کے تحت مختلف گیسوں کے سالمات کی مربع رفتاروں کے اوسط کا آپس میں کیا تعلق ہے۔

۵۔ گیس کی "اندرونی توانائی" سے کیا مُراد ہے اور اس کی عملاً پیمائش کیسے کی جاتی ہے۔

۶۔ جُول نے گیس کے بلا مزاحمت پھیلاؤ کے متعلق جو تجربہ کیا تھا اُس کو تفصیل کے ساتھ لکھو اور اِس تجربہ سے جو نتیجہ اخذ ہوتا ہے اس کو بھی بیان کرو۔

۷۔ ۱۴،۷ پونڈ فی مربع انچ مطلق اور مستقل دباؤ کے تحت ہوا ایک فشارہ پر کام کرتی ہے۔ اگر ایک پونڈ ہوا کا حجم ۱۲،۵ مکعب فٹ ہے تو بتاؤ کہ (۱) فی مکعب فٹ ہوا سے کس قدر کام کیا جاتا ہے۔

[1] Joule

اور (۲) اسطوانہ کے اندر جو ہوا داخل ہوتی ہے اُس کے فی پونڈ سے کتنا کام کیا جاتا ہے۔

۸۔ کلیۂ بائیل کے بموجب ۲ کلوگرام وزن فی مربع سمر مطلق دباؤ کے تحت ۵۰۰ مکعب سمر ہوا پھیل کر ۴۰۰۰ مکعب سمر ہوگئی ہے۔ ترسیم کے ذریعہ کام کی تعیین کرو۔

دباؤ کا پیمانہ ـــــ ایک سنتی میتر بلندی = ایک کلوگرام وزن فی مربع سمر

حجم کا پیمانہ ـــــ ایک سنتی میتر = ۵۰۰ مکعب سمر

۹۔ ۰° مئی اور ایک کرۂ ہوائی دباؤ کے تحت ۴۰۰۰۰ مکعب فٹ ہوا کمرہ کو گرم کرنے کے لئے آلہ میں فی گھنٹہ داخل ہوتی ہے اور گرم ہونے کے بعد کمرہ میں جاتی ہے جس کی تپش ۱۶° م تک بڑھ جاتی ہے۔ اور دباؤ مستقل رہتا ہے۔ اگر $ن_د$ = ۰۲۳۷ء اور ۰° مئی اور ایک کرۂ ہوائی دباؤ کے تحت ایک مکعب فٹ ہوا کی کمیت مادہ = ۰۸۰۷ء پونڈ ہے تو فی گھنٹہ مطلوبہ حرارت کا حساب لگاؤ۔

۱۰۔ سوال ۹ میں جب ہوا گرم ہو رہی ہے تو بیرونی کام کرنے میں جس قدر حرارت صرف ہوئی ہے اُس کا حساب لگاؤ۔

۱۱۔ مستقل دباؤ پر ہوا کی نوعی حرارت ۲۳۷ء ہے اور مستقل حجم پر کی نوعی حرارت سے ۱۴ء۱ گنا ہے۔ بتاؤ کہ مستقل حجم پر سو کلوگرام ہوا کی تپش کو صفر درجہ مئی سے سو درجہ مئی تک بڑھانے کے لئے کس قدر حرارت کی ضرورت ہوگی۔

۱۲۔ بیان کرو کہ مستقل دباؤ پر گیس کی نوعی حرارت مستقل حجم پر کی نوعی حرارت سے بڑی کیوں ہے۔ اور یہ تسلیم کرتے ہوئے کہ گیس کے پھیلنے پر کچھ اندرونی کام نہیں ہوتا ثابت کرو کہ $ن_د - ن_ح = \frac{د}{ک\ جو\ ت}$ (ک = مطلق تپش ت اور دباؤ د کے تحت گیس کی کثافت)

اگر $ن_د$ = ۲۳۸ء، $\frac{ن_د}{ن_ح}$ = ۱ء۴۱ اور معیاری دباؤ اور تپش پر گیس کی کثافت = ۰۰۱۲۹۳ء گرام فی مکعب سمر تو "جو" کی قیمت معلوم کرو ـــــ جامعۂ بمبئی

۱۳۔ مستقل دباؤ پر ہائیڈروجن کی نوعی حرارت ۳٫۴۰۲ حرارے فی گرام ہے اور پارے کے ۷۶ سمر دباؤ اور °۰ م پر کثافت ۰٫۰۸۹۸۷ گرام فی ۱۰۰۰ مکعب سمر ہے۔ یہ تسلیم کرتے ہوئے کہ "جو" = ۱۰۰۰۰۰۰۰ × ۴٫۲ ارگ مستقل حجم پر حرارتِ نوعی دریافت کرو۔ نیز نوعی حرارتوں کا تناسب معلوم کرو۔

۱۴۔ "حرارت کے جیلی معادل" کی تشریح کرو اور یہ بتاؤ کہ کسی گیس کی مستقل دباؤ کی نوعی حرارت بڑی ہے یا مستقل حجم کی نوعی حرارت۔ اور کیوں۔ (جامعۂ لندن)

۱۵۔ نظریۂ تحرک کے بموجب گیس کے سالمات کی رفتار، اس کی تپش اور دباؤ میں جو ربط خیال کیا جاتا ہے اس کی تشریح کرو۔ اس نظریہ سے یہ کیسے اخذ ہوتا ہے کہ ایک ہی تپش اور دباؤ کے تحت دو مختلف گیسوں کے سالمات کی تعداد فی اکائی حجم مساوی ہوتی ہے۔

(جامعۂ مدراس)



گیارھویں فصل

گیسوں کا پھیلاؤ اور پچکاؤ

ہم تپشی اور حر ناگزار پھیلاؤ — اگر گیس اس طرح پھیلے یا پچکے کہ اس کی تپش میں تغیر نہ ہو تو اس پھیلاؤ اور پچکاؤ کو ہم تپشی کہینگے۔ اس قسم کے پھیلاؤ اور پچکاؤ سے گیس میں حرارت کی جس قدر زیادتی یا کمی ہوجاتی ہے اس کی تلافی بیرونی ذرائع سے کردی جاتی ہے۔ اگر تلافی نہ کی جائے یعنی گیس میں حرارت خارج یا داخل نہ ہونے دی جائے تو پھیلاؤ یا پچکاؤ حر ناگزار ہوگا۔ درحقیقت پھیلاؤ اور پچکاؤ کے یہ دونوں طریقے انقلاب پذیر ہیں یعنی حجم۔ دباؤ۔ تپش اور اندرونی توانائی میں تغیر پھیلنے اور پچکنے پر برعکس ہوتا ہے۔

مشاہدہ میں جو عمل آتے ہیں وہ کامل ہم تپشی یا حر ناگزار نہیں ہوتے یعنی ان میں اور کامل ہم تپشی یا حر ناگزار عملوں میں کچھ نہ کچھ فرق ضرور ہوتا ہے اور یہ فرق کامل ہم تپشی یا حر ناگزار عملوں سے مقابلہ کرنے پر دریافت ہوجاتا ہے۔

ہم تپشی پھیلاؤ کے لئے حرارت کی ضرورت ہوتی ہے۔ صفحہ ۱۷۷ پر بیان کیا جاچکا ہے کہ جب گیس بلا کسی مزاحمت کے پھیلتی ہے تو اس کی تپش میں کچھ بھی تغیر نہیں ہوتا۔ ایسی صورت میں بیرونی

فعل نہ ہونے کی وجہ سے گیس کی توانائی میں کمی یا زیادتی نہیں ہونے پاتی۔ مگر جب گیس کسی مزاحمت کے خلاف پھیلتی ہے تو تپش اور توانائی میں کچھ نہ کچھ تغیر ضرور ہوجاتا ہے۔ فرض کرو کہ ایک اسطوانہ میں کچھ گیس بھری ہے اگر یہ گیس فشارہ کی مزاحمت کے خلاف پھیلے تو بیرونی کام انجام پانے کی وجہ سے گیس کی اندرونی حرارتی توانائی میں تخفیف اور لہذا تپش میں کمی ہوجائیگی اور اس لئے یہ پھیلاؤ ہم تپشی نہ ہوگا ہم تپشی پھیلاؤ کے لئے یہ ضروری ہے کہ تپش مستقل رہے اور اندرونی توانائی میں تغیر نہ ہو۔ اس کے معنی یہ ہیں کہ بیرونی کام کرنے کے لئے اندرونی توانائی صرف نہ کی جائے لہذا گیس میں اس قدر حرارت داخل کردینی چاہیئے جو بیرونی کام کو انجام دے سکے۔ یعنی داخل شدہ حرارت بیرونی کام کے مساوی ہو۔

فرض کرو کہ

گیس کا بیرونی کام = ف

لہذا گیس میں داخل شدہ حرارت = ف/ج

ہم تپشی استحالوں میں عملی دشواریاں :- ہم تپشی پھیلاؤ کے لئے گیس میں حرارت کی مطلوبہ مقدار کا پہنچانا ایک ایسا مسئلہ ہے کہ جس کا حل ناممکن سمجھ لینا چاہیئے ابھی تک کسی ایسی دھات کا پتہ نہیں چلا کہ اسطوانہ اگر اس دھات کا بنایا جائے تو حرارت اسطوانہ کے اطراف سے گیس میں پھیلاؤ کے ساتھ ساتھ منتقل ہو۔ اس کے علاوہ اسطوانہ کی تپش کا گیس کی تپش سے زیادہ ہونا ضروری ہے تاکہ اسطوانہ سے گیس میں حرارت منتقل ہوسکے مگر یہ حرارت فوراً ہی گیس کے پورے حجم میں نہیں پھیل جاتی بلکہ کچھ وقت لگتا ہے۔ اگر فشارہ نہایت آہستہ آہستہ چلایا جائے تو حرارت کو گیس میں پورے طور پر تقسیم ہوجانے کا موقع ملیگا اور تب یہ پھیلاؤ تقریباً ہم تپشی ہوگا۔

ہم تپشی سکڑاؤ میں گیس پر کام کیا جاتا ہے اور اگر گیس سے حرارت خارج

نہ کرلی جائے تو اندرونی توانائی میں اضافہ ہو جائیگا اور تپش بڑھ جائیگی۔
جیسے بائیسکل میں ہوا بھرنے کے وقت پمپ کا سرا گرم ہو جاتا ہے۔
چونکہ ہم تپشی پچکاؤ اور ہم تپشی پھیلاؤ ایک دوسرے کے متضاد ہیں لہذا جب گیس پچکائی جائے تو بیرونی کام کے مساوی یعنی $\frac{ک}{جو}$ کے برابر حرارت گیس سے نکال لی جانی چاہیے۔
حرناگزار استحالوں میں عملی دشواریاں —— چونکہ کوئی ایسی شے موجود نہیں ہے جس کے ذریعہ سے حرارت کے خارج یا داخل ہونے کو باز رکھا جا سکے اس لئے حرناگزار پھیلاؤ اور پچکاؤ پورے طور پر تجربہ میں نہیں آتے۔ اس قسم کے عملوں کے لئے ایسے اسطوانہ کا ہونا ضروری ہے جو کامل غیر موصل شے کا بنا ہو اور جس کی حرارتی گنجائش نفی کے برابر ہو۔
ہم تپشی عملوں کے متعلق جو تذکرہ اوپر کیا گیا ہے اس سے معلوم ہو جائیگا کہ حرناگزار پھیلاؤ کی وجہ سے اندرونی توانائی میں کمی اور تپش میں تخفیف ہوتی ہے اور حرناگزار پچکاؤ کی وجہ سے تغیر اس کے برعکس ہوتا ہے۔
حرناگزار پھیلاؤ میں گیس جتنا بیرونی کام کرتی ہے اتنی کمی اندرونی حراری توانائی میں ہو جاتی ہے اور حرناگزار پچکاؤ میں جس قدر بیرونی کام گیس پر کیا جاتا ہے اتنی زیادتی اس کی توانائی میں ہو جاتی ہے۔
معمولی دھات کے اسطوانہ میں اطراف سے گزر کر اندر جانے والی حرارت کا انحصار وقت پر ہے۔ جس قدر فشارہ تیزی سے چلایا جائیگا اسی قدر حرارت کے خارج یا داخل ہونے کا اندیشہ کم ہوگا اور پچکاؤ یا پھیلاؤ قریب قریب حرناگزار ہوگا۔ آواز کی موجوں میں پھیلاؤ اور پچکاؤ اس قدر جلد جلد ہوتا ہے کہ ان تغیرات کو حرناگزار مان سکتے ہیں۔
پھیلاؤ کے کلیے۔ کامل گیس ہم تپشی استحالوں میں کلیۂ بائیل کے بموجب پھیلتی اور پچکتی ہے یعنی

د ح = مقدارِ مستقلہ

حرناگزار عملوں میں ذیل کے کلیہ پر عمل درآمد ہوتا ہے :

د حʳ = مقدار مستقلہ

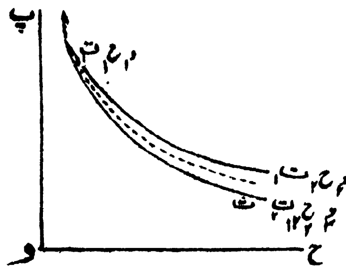
جس میں ر = ن_د / ن_ح جہاں ر گیس کی دو نوعی حرارتوں کا تناسب ہے۔

عملی صورتوں کے لئے ذیل کے کلیہ کو استعمال کرتے ہیں۔

د حⁿ = مقدارِ مستقلہ

جس میں قوت ن کی قیمت ۱ اور ر کے درمیان ہوتی ہے (ہم تپشی استحالوں میں ر کی قیمت ایک ہے)۔ آرگن (Argon) سیمابی بخار وغیرہ' یک جوہری گیسوں کے لئے ر کی قیمت ۱٫۶۷ اور دیگر پیچیدہ سالمات والی گیسوں کے لئے ر کی قیمت ایک تک ہوتی ہے۔

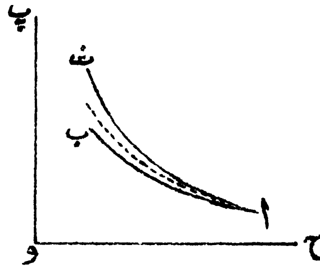
ابتدائی حالت د، ح، ت کے تحت گیس کی ایک معین کمیت لی گئی ہے اور شکل ۸۳ میں اس کو نقطہ ۱ سے ظاہر کیا ہے۔ ہم تپشی پھیلاؤ مستقل تپش ت۱ پر ترسیم ۱ ب سے ظاہر ہے یہ ترسیم نقطہ ب پر ختم ہوتی ہے جہاں کہ



شکل ۸۳۔ گیس کے پھیلاؤ کی ترسیم

حالت د، ح، ت کے تحت ہے۔ ترسیم ۱ ث حرناگزار پھیلاؤ کو بتاتی ہے۔ یہ ترسیم، پہلی ترسیم یعنی ۱ ب سے کسی قدر نیچے واقع ہوئی ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ حرناگزار پھیلاؤ میں تپش برابر کم ہوتی رہتی ہے لہذا ۱ ب کے

مطابقہ ۲ ث کے ہر نقطہ پر دباؤ کم ہوگا۔ ث پہ آخری حالت د، ح، ت کے تحت ہے۔ تجربہ میں جو ترسیم حاصل ہوتی ہے وہ شکل میں نقطہ دار بنائی گئی ہے۔ اور عام طور پر ا ب اور ا ث کے مابین واقع ہوگی۔
شکل ۸۴ میں ابتدا پچکاؤ سے کی گئی ہے۔ دباؤ، حجم، تپش کو نقطہ ا ظاہر کرتا ہے۔ ۲ ب ہم تپشی اور ۲ ث حرناگزار

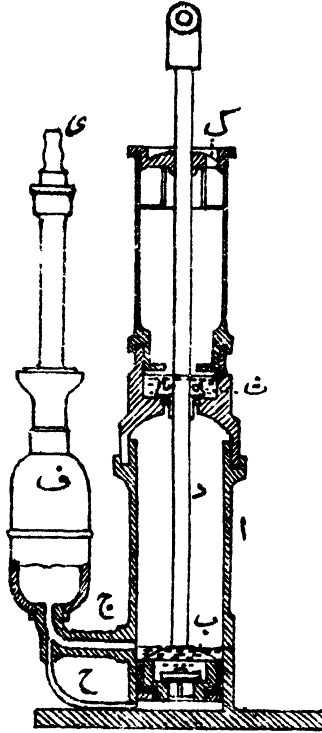


شکل ۸۴۔ گیس کے پچکاؤ کی ترسیم

پچکاؤ کو ظاہر کرتے ہیں۔ چونکہ ا ث پر تپش برابر بڑھتی جاتی ہے لہذا ہم تپشی پچکاؤ کے مقابلہ میں ہر متناظر حجم پر دباؤ زیادہ ہوگا۔ اس لئے ا ث کسی قدر ا ب کے اوپر واقع ہوا ہے۔ تجربہ میں جو پچکاؤ کی ترسیم حاصل ہوتی ہے وہ ا ب اور ا ث کے درمیان نقطہ دار بنائی گئی ہے۔ (دیکھو شکل ۸۴)۔

ہوا خارج کرنے کا پمپ — بند برتنوں میں سے ہوا خارج کرنے کے لئے مختلف قسم کے پمپ استعمال کئے جاتے ہیں۔ معمل میں جو پمپ اکثر استعمال کیا جاتا ہے اس کا خاکہ شکل ۸۵ میں درج ہے۔ اسطوانہ ا میں ایک فشارہ ب لگا ہوا ہے جس کے چاروں طرف چمڑا چڑھا ہوا ہے تاکہ وہ اسطوانہ میں خوب پھنس کر آئے۔ اِس فشارہ میں ایک کھلمندن ہوتا ہے جو اوپر کو کھلتا ہے جس کا کام یہ ہے کہ برتن میں سے ہوا خارج ہونے دے اور ہوا کو فشارہ کے نیچے کی طرف سے اوپر کے جانے اور اوپر سے نیچے نہ آنے دے۔ اِسی قسم کا

ایک اور کھلمنڈن ث پر بھی ہوتا ہے۔ فشارہ کی سلاخ ذرا ایک بیرم (جو شکل میں نہیں دکھایا گیا) کے



شکل ۸۵۔ اخراج ہوا کا پمپ

ذریعہ سے عمل کرتی ہے جو چیٹی پر لگا ہوتا ہے جس برتن سے ہوا خارج کرنا ہوتی ہے اُس کو ی پر ربڑ کی نلی سے جوڑ دیتے ہیں۔ پمپ چلنے پر برتن کی گیس ی میں داخل ہو کر ف میں سے گزر جاتی ہے اور ج اور ح کے راستہ سے ہوتی ہوئی سوراخ ک سے باہر نکل جاتی ہے۔

فشارہ چال کے شروع میں اُسطوانہ کی نلی کے قریب ہوتا ہے اور اُس کے دونوں جانب برتن کی ہوا سوراخ ج اور ح کے

کھلے ہونے کی وجہ سے بھری ہوتی ہے۔ لہذا فشارہ کے دونوں جانب دباؤ یکساں ہوتا ہے اور فشارہ بآسانی اُٹھایا جاسکتا ہے۔ مگر فشارہ کے ج سے ذرا اُوپر پہنچنے پر ث اور فشارہ کی درمیانی ہوا کا تعلق برتن کی ہوا سے منقطع ہوجاتا ہے گویا کہ یہ ہوا اُسطوانہ کے اِس حصہ میں بند ہوجاتی ہے اور فشارہ کے اُوپر اُٹھنے پر یہ مظروف ہوا اس قدر بھنچی ہے کہ اُس کا دباؤ کرۂ ہوا کے دباؤ کے برابر ہوجاتا ہے (ف کا وزن نظر انداز کردیا گیا ہے)۔ اب فشارہ کے ذرا سا اُوپر اُٹھنے سے مظروف ہوا کا دباؤ کرۂ ہوا کے دباؤ سے زیادہ ہوجاتا ہے جس کی وجہ سے کھلندن ث کھل جاتا ہے اور ہوا کے باہر نکلنے کے لئے راستہ ہوجاتا ہے فشارہ کی بقیہ چال کے دَوران میں ہوا ث سے خارج ہوکر ک سے باہر چلی جاتی ہے۔

چال کے اختتام پر فشارہ اُسطوانہ کی چوٹی تک نہیں پہنچتا اس لئے تمام گیس خارج نہیں ہوتی لہذا فشارہ کے اُوپر کسی قدر تیل کا ہونا ضروری ہے تاکہ جب فشارہ اُسطوانہ کی چوٹی تک پہنچے تو سب کی سب ہوا خارج ہوجائے اور کچھ تیل ث کے اُوپر بھی نکل آئے۔ یہ تیل فشارہ کے نیچے اُتارنے پر فشارے کے ساتھ ساتھ نیچے چلا آتا ہے۔

فشارہ کی بالائی چال کے دَوران میں، برتن میں سے کچھ ہوا فشارہ کے نیچے چلی آتی ہے اور جُوں ہی کہ فشارہ نیچے کی جانب چلایا جاتا ہے اِس کا کھلندن کھل جاتا ہے اور یہ ہوا ب ث کے درمیانی اُسطوانہ میں اس قدر بھرجاتی ہے کہ فشارے کے دونوں جانب دباؤ برابر ہوجاتا ہے۔ جو کچھ ہوا فشارہ اور اُسطوانہ کی نلی کے درمیان رہ جاتی ہے وہ فشارہ کے ج سے نیچے پہنچنے پر ح کے راستے سے ف میں چلی جاتی ہے اور فشارہ اُسطوانہ کی تلی تک پہنچ جاتا ہے اگر فشارہ کو اب پھر اُٹھایا جائے تو بالکل وہی عمل ہوگا جو بیان ہوچکا ہے۔

فشارہ کی ہر چال پر برتن میں سے جس قدر ہوا خارج ہوتی ہے اُس کا حجم

سوراخ ج اور گھلنڈن ث کے درمیانی اسطوانہ کے برابر ہے۔ اس حجم کا دباؤ برتن کی ہوا کے اس دباؤ کے برابر ہوتا ہے جو فشارہ کی چال کے شروع میں ہے۔

فرض کرو کہ

ح = سوراخ ج تک اسطوانہ کا حجم (شکل ۸۵)

$ح_1$ = ب اور ث کے درمیانی اسطوانہ کا حجم

د = برتن میں ابتدائی ہوا کا دباؤ جو کہ کرہ ہوا کے برابر ہوتا ہے۔

یہ مان لیا گیا ہے کہ تپش مستقل رہتی ہے لہذا کلیۂ بائیل سے ہر چال کے اختتام پر ہوا کا دباؤ دریافت ہو سکتا ہے۔ جب فشارہ بالکل نیچے ہے تو اسطوانہ میں ہوا کا $(ح + ح_1)$ حجم ہے اور پہلی چال میں د دباؤ کے زیر تحت $ح_1$ حجم خارج ہوجاتا ہے۔ اس چال کے دوران میں پھر ہوا کا حجم $(ح + ح_1)$ اور دباؤ $د_1$ ہوجاتا ہے۔

$$\therefore \quad د\, ح = د_1 (ح + ح_1)$$

$$د_1 = \left(\frac{ح}{ح + ح_1}\right) د \quad \ldots\ldots\ldots (۱)$$

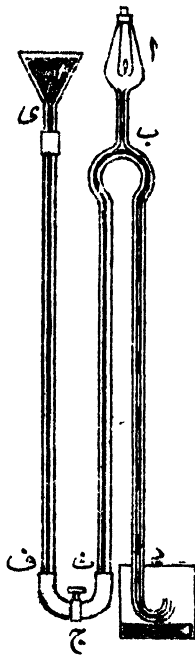
لہذا پہلی چال کے اختتام پر ہوا کا دباؤ $\left(\frac{ح}{ح + ح_1}\right) د$ ہے۔ فشارہ کے نیچے اترتے وقت ہوا کے دباؤ میں کچھ بھی تغیر نہیں ہوتا اس لئے فشارہ کے نیچے پہنچنے پر حجم $(ح + ح_1)$ اور دباؤ $د_1$ ہے۔ دوسری چال پر $د_1$ دباؤ کے تحت حجم $ح_1$ خارج ہوتا ہے اور پھر برتن کی ہوا پھیل کر $(ح + ح_1)$ ہوجاتی ہے اور اس کا دباؤ $د_2$ ہوتا ہے۔

$$\therefore \quad د_1\, ح = د_2 (ح + ح_1)$$

$$\therefore \quad د_2 = \left(\frac{ح}{ح + ح_1}\right) د_1 = \left(\frac{ح}{ح + ح_1}\right)^2 د \quad \ldots\ldots\ldots (۲)$$

لہذا ت چالوں کے اختتام پر دباؤ $= د_ت = \left(\frac{ح}{ح + ح_1}\right)^ت د \quad \ldots\ldots (۳)$

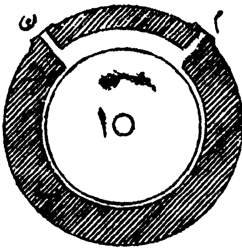
ہوا خارج کرنے کا سیمابی پمپ — جوفہ ا میں سے ہوا خارج کرنے کا پمپ شکل ۸۶ میں دکھایا گیا ہے۔ ث ب د ایک الٹی لانما نلی ہے جس کا سوراخ تقریباً ایک مم چوڑا ہے۔ اِس میں ب پر جوفہ ا جوڑا ہے اور ربڑ کی نلی کے ذریعہ سے نلی ی ف سے لگی ہے۔ اِس نلی میں ی پر ایک قیف ہے جس میں پارا بھرا ہے۔ لانما نلی کی شاخوں میں پارے کی آمد کو چٹکی ج کی مدد سے گھٹاتے بڑھاتے ہیں۔ نلی ب د ایک میٹر کے قریب لمبی ہونی چاہیئے۔ جب پارا نلی ب ث میں بھر جاتا ہے تو ب سے نیچے اُترنے کی کوشش کرتا ہے لیکن جوفہ کی ہوا خارج ہوتی ہے جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ پارا نلی ب د میں قطرہ قطرہ ہو کر گرتا ہے۔ قطروں کے درمیان میں جوفہ ا کی ہوا ہوتی ہے جو قطروں کے ساتھ ساتھ نلی ب د سے باہر نکل جاتی ہے لہٰذا اِس طرح پر جوفہ سے تھوڑی ہوا خارج ہو جاتی ہے۔ کچھ دیر کے بعد قطروں کا درمیانی فصل کم ہو جاتا ہے یہاں تک کہ پارا نلی ب د میں بار پیما کی بلندی تک پوری طرح سے بھر جاتا ہے اور جوفہ میں تریسلی خلا ہو جاتا ہے۔



شکل ۸۶ — ہوا خارج کرنے کا سیمابی پمپ

ہوا نکالنے کا سالمی پمپ*۔ (گیڈ[1] کی ایجاد) — ہر سطح میں دو قسم کی ناہمواریاں ہوتی ہیں، سالمی اور جبلی۔ موخرالذکر کو کسی نہ کسی طریقہ سے دُور کر سکتے ہیں جیسا کہ رگڑنے سے سطح عموماً چکنی ہو جاتی ہے لیکن اول الذکر کو دُور کرنا ناممکن ہے۔ چاہے کوئی سطح کتنی ہی چکنی اور صاف کیوں نہ ہو لیکن اِس میں سالمی ناہمواریاں ضرور ہوتی ہیں۔ کسی ٹھوس جسم سے جب کچھ گیس ملحق ہوتی ہے تو جسم کی سطح پر گیس کی ایک تہ جم جاتی ہے جس کی وجہ غالباً یہی سالمی ناہمواریاں ہیں جسم کے متحرک ہونے پر یہ تہ بھی جسم کے ساتھ ساتھ چلتی ہے اور قریب کی گیس کو اپنے ہمراہ کھینچ لاتی ہے۔

شکل ۱۰۶ کے حوالہ سے سالمی پمپ کا اُصول سمجھ میں آجائیگا۔ ا ایک اُسطوانہ ہے جو خلطہ ب کے اندر گھومتا ہے اور اس کی حرکت وہی ہے جو گھڑی کی سُوئیوں کی۔ خلطہ میں ن اور م دو سُوراخ ہیں جو آپس میں جڑے ہوئے ہیں (شکل ۱۰۶)۔ اُسطوانہ کے چلنے پر کچھ گیس اُسطوانہ کے ساتھ ساتھ ن سے م تک آجاتی ہے جس کی وجہ سے ن اور م کے دباؤ میں کسی قدر فرق پیدا ہو جاتا ہے۔ دباؤ کے اس فرق کا انحصار اُسطوانہ کی رفتار اور گیس کی اندرونی رگڑ پر ہے۔ چونکہ موخرالذکر کا تعلق دباؤ کے ساتھ کچھ نہیں ہے اس لئے دباؤ کے



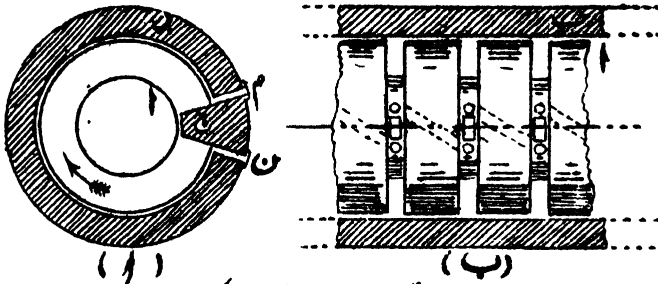
شکل ۱۰۶۔ سالمی پمپ کے اصول کی توضیح

* (نیچر۔ حجم نمبر ۹۰ صفحہ ۵۰۴ مورخہ ۲۳ جنوری ۱۹۱۳ء ملاحظہ ہو)

[1] Gaede

فرق کا بھی دباؤ کے ساتھ کچھ تناسب نہیں ہونا چاہیے - یہ اصول کثیر دباؤ کے لئے ٹھیک ہے مگر قلیل کے لئے نہیں - اگر قلیل دباؤ کے لئے بھی یہی اصول ہوتا تو ہم مطلق خلا پیدا کر سکتے مگر ۰۰۱ء مر سیماب سے کم تر دباؤ کے لئے یہ اصول بیکار ہو جاتا ہے - اگر اُسطوانہ ا کی رفتار سالمہ کی رفتار سے زیادہ کی جا سکے تب ہی مطلق خلا پیدا کیا جا سکتا ہے مگر یہ ناممکن ہے - جب دباؤ قلیل ہوتا ہے تو دباؤ ن اور م کا تناسب مستقل ہوتا ہے اور اس کا دباؤ سے تعلق بالکل نہیں ہوتا - تجربہ سے معلوم ہوا ہے کہ اگر رفتار ۰۰۰ء سے لے کر ۱۲۰۰۰ چکر فی سکنڈ ہو تو اور طریقوں سے پیدا کیے ہوئے خلا کے مقابلہ میں اس سالمی پمپ سے زیادہ بہتر خلا پیدا ہوتا ہے -

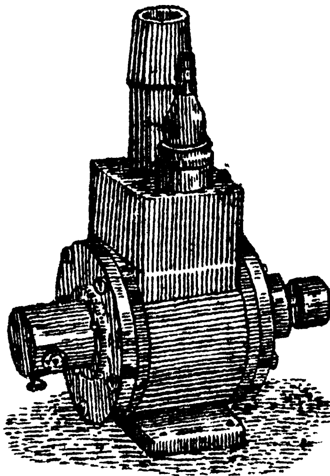
اِس پمپ کا خاکہ شکل ۸۴ میں دکھلایا گیا ہے - ا ایک اُسطوانہ ہے جس کا خول نالیدار ہے - خلطہ میں ایک زبان ج لگی ہے جس کی نوک اُسطوانہ کی نالی تک پہنچتی ہے - اُسطوانہ ا میں ایسی بہت سی نالیاں ہیں جو ایک



شکل ۸۴ - سالمی پمپ کی ساخت

دوسری سے جوڑ دی گئی ہیں تاکہ ایک کی قلیل دباؤ والی سطح دوسری کے لئے کثیر دباؤ والی ہو (شکل ۸۴ ب) - یہ نالیاں پمپوں کا کام دیتی ہیں - جس برتن میں سے ہوا خارج کرنا ہے اُس میں ایک معمولی پمپ لگا دیتے ہیں

تاکہ ابتدائی دباؤ چند ممر سیماب تک کم ہو جائے ۔ تب گیڈ[1] سے پمپ سے خلا پیدا کرتے ہیں ۔ اِس پمپ کا عمل بخار اور گیس دونوں کے ساتھ یکساں ہے ۔چونکہ اخراج پر پچکاؤ نہیں ہوتا اِس لئے بخار کے بستہ ہونے کا اندیشہ بھی نہیں ہے ۔پمپ کا بیرونی منظر شکل ۸۹ میں ظاہر ہے ۔ اگر پہلے ہی برتن میں سے پمپ کے ذریعہ ہوا کلیتہً خارج کر لی جائے تو بہت قلیل دباؤ حاصل ہو سکتا ہے ۔ ناریل کے کوئلہ سے بھری ہوئی ایک نلی جو برتن سے ملحق ہوتی ہے مائع ہوا کے جنتر میں رکھ دی جاتی ہے ۔ آلہ کی باقیماندہ گیس بستہ ہو کر کوئلہ میں جذب ہو جاتی ہے ۔



شکل ۸۹ ۔ گیڈے کا سالمی پمپ

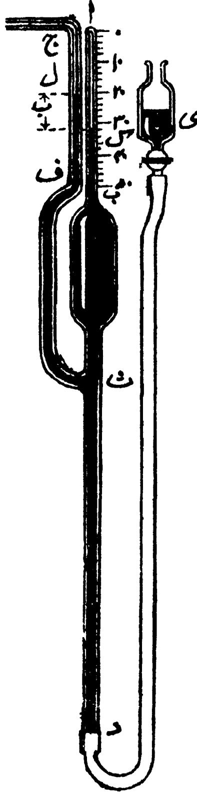
اِس طرح بہت قلیل دباؤ پیدا کرتی ہے ۔

مک لیوڈ[2] کا داب پیما ــــــ قلیل دباؤ کے معلوم کرنے کے لئے

---

[1] Gaede   [2] M'leod

یہ آلہ نہایت موزوں ہے (شکل عنہ۹)۔ ا ب ث د ایک انتصابی نلی ہے جس کے اُوپر کا سرا سربمہر کردیا گیا ہے۔ اس نلی کا کچھ حصّہ یعنی ا ب باریک سُوراخ کا ہے۔ ب اور ث کے درمیان ایک بڑا جوفہ ہے۔ ا ب ث د کو ایک لچکدار نلی کے ذریعہ سے پارے کے ذخیرہ ی سے جوڑ دیا ہے جس میں ایک نل لگا ہُوا ہے۔ ف ج ایک اَور نلی ہے جس کا سُوراخ بھی اُتنا ہی چوڑا ہے جتنا کہ ا ب کا۔ اس کو ا ب ث د سے ث پر جوڑ دیا ہے تاکہ شعری اثرات زائل ہو جائیں ج کو اس برتن سے ملا دیتے ہیں جس کا دباؤ دریافت کرنا مقصود ہے۔



شکل عنہ۹۔ مک لیوڈ کا فشارہ پیما

اگر اب ث د میں پارا اتنا اونچا ہو کہ ث کی شاخ کا راستہ صرف بند ہو جائے تو ا اور ث کا درمیانی حجم ح ہے۔ ح اور ا ب کا حجم پہلے ہی معلوم کرلیا ہے چنانچہ ا ب پر حجم کا پیمانہ لگا ہے جس کا صفر ا پر ہے۔

آلہ کو استعمال کرنے سے پیشتر پارے کی سطح کو ث سے کسی قدر نیچا کرلیا جائے۔ اب برتن میں اور سطح سیماب کے اوپر یکساں دباؤ کے تحت ہوا بھری ہے۔ ی کو اُٹھانے سے نلی ث د میں پارا اُوپر بڑھتا ہے اور جب پارا ث پر پہنچتا ہے تو ا ب ث میں ہوا کو بند کر دیتا ہے۔ ذخیرہ کو اب اَور زیادہ

اُوپر اُٹھانے کا جو نتیجہ ہوتا ہے وہ شکل ۹۰ میں ظاہر ہے سطح سیماب ک پر ہے اور بند ہوا کا حجم ح ہے جو پیمانہ پر مطالعہ کر سکتے ہیں۔ ف ج میں پارے کی سطح ل پر ہے اور اُس دباؤ کے تحت ہے جس کی پیمائش مقصود ہے فرض کرو کہ یہ دباؤ د مم سیماب ہے اور ک اور ل کی سطحات کا فرق ب مم ہے تو ا ک کی گیس کا دباؤ جس کا حجم ح ہے = (د+ب) مم سیماب۔

اگر یہ مان لیا جائے کہ ا ک کی پچکی ہوئی گیس کو اپنی ابتدائی تپش پر واپس آجانے کے لئے کافی وقت مل گیا ہے اور تجربہ کے دوران میں کمرہ کی تپش مستقل رہی ہے تو کلیہ بائیل کو استعمال کرنے پر

$$د ح = (د+ب) ح_۱ = د ح_۱ + ب ح_۱$$

$$\therefore \quad د (ح - ح_۱) = ب ح_۱$$

$$\text{یا} \quad د = \frac{ب ح_۱}{ح - ح_۱}$$

مثال۔ مک لیوڈ[1] فشار پیما میں اگر ح = ۵۰ مکعب سمر ب = ۸ مم اور ح۱ = ۰.۲ مکعب سمر تو دباؤ کا حساب لگاؤ۔

$$د = \frac{۰.۲ \times ۸}{۵۰ - ۰.۲} = \frac{۱.۶}{۴۹.۸} = ۰.۰۳۲۱ \text{ مم سیماب}$$

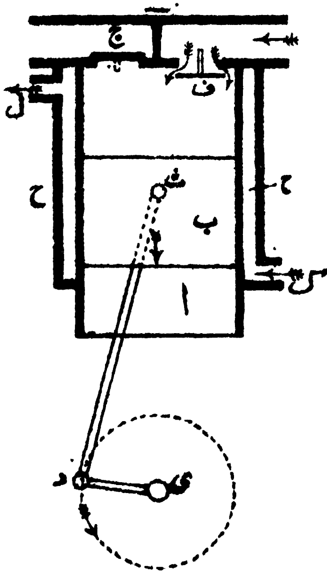
ہوا پچکانے والا آلہ ـــــ خاص قسم کی مشینوں کو چلانے کے لئے پچکی ہوئی ہوا استعمال کی جاتی ہے اور اس مقصد کے لئے جس آلہ سے ہوا پچکائی جاتی ہے وہ شکل ۹۱ کے حوالہ سے بآسانی سمجھ میں آسکتا ہے۔ ا ایک اسطوانہ ہے جس کے فشارہ ب کو سلاخ ش د چلاتی ہے جو فشارہ میں ش پر ایک پن کی وجہ سے مستحکم ہے۔ یہ سلاخ ایک

---

[1] M' Leod

متحرک گردانہ ی د میں لگی ہے جو ایک اور سلاخ ی میں جڑی ہوئی ہے جس کو دُخانی انجن یا برقی موٹر سے چلاتے ہیں۔

اُسطوانہ کے ڈھکن میں ایک پوس کھلمندن ف لگا ہے۔ فشارہ کے نیچے کی جانب چلنے پر کھلمندن کھل جاتا ہے اور باہر سے ہوا اُسطوانہ میں آجاتی ہے۔ فشارہ کی بالائی چال کے دوران میں یہ پوس کھلمندن بند رہتا ہے اور اُسطوانہ کی ہوا پچکتی ہے جو خارجہ کھلمندن ج میں سے ہوتی ہوئی ایک قابلہ میں چلی جاتی ہے (یہ قابلہ شکل ۹۱ میں نہیں دکھایا گیا ہے)۔ فشارہ جتنا اُوپر چلتا ہے ہوا اُتنی ہی زیادہ پچکتی ہے اور دباؤ بھی بڑھ جاتا ہے۔ کھلمندن ج اُس وقت کھلتا ہے جبکہ اُسطوانہ کی ہوا کا دباؤ قابلہ کی ہوا کے دباؤ کے برابر یا کسی قدر زیادہ ہوجاتا ہے۔ برتن میں نلکیاں لگی ہیں جو پچکی ہوئی ہوا کو اُس مشین میں پہنچا دیتی ہیں جس کو یہ ہوا چلاتی ہے۔



شکل ۹۱ ۔ ہوا پچکانے والے آلہ کا خاکہ

جہاں تک ممکن ہے پچکاؤ کے ہم تپشی ہونے کی کوشش کی جاتی ہے۔ اُسطوانہ کے چاروں طرف ایک پیرہن ح ہے۔ جس میں پانی گردش کھاتا رہتا ہے۔ پیرہن میں ک سے سرد پانی آتا اور ل سے خارج ہوجاتا ہے۔ سردیانی پیرہن سے دو فائدے ہیں :۔

(۱) اُسطوانہ کے مختلف پُرزے گرم نہیں ہونے پاتے ورنہ پُرزوں کے

خراب ہو جانے کا اندیشہ ہے۔

(۲) اگر قابلہ میں پچکی ہوئی ہوا گرم پہنچے تو قابلہ کے اطراف سے کچھ حرارت بذریعہ ایصال کرۂ ہوائی میں منتقل ہوگی اور قابلہ کی ہوا سرد ہو جائیگی۔ یہ ضائع شدہ حرارت اُس حیلی فعل کے برابر ہے جو فشارہ پر بیرونی ذرائع سے کیا گیا ہے۔ اگر پچکاؤ کے دوران میں اُسطوانہ کی تپش کو نہ بڑھنے دیا جائے تو فشارہ کے چلانے میں مقابلۃً کم قوت صرف ہوگی۔ البتہ یہی حرارت پیرہن کے پانی میں منتقل ہوئی ہے اور پانی کے ساتھ باہر چلی گئی ہے مگر اُسطوانہ سے حرارت کا اِس طرح پر جذب کر لینا زیادہ اچھا ہے اور اس میں کم نقصان ہوتا ہے بجائے اس کے کہ ہوا میں سے حرارت اُس وقت جذب کی جائے جب کہ وہ قابلہ میں منتقل ہو جائے۔

ہوا پچکانے والے آلہ کے کام کا نقشہ۔ شکل ۹۲ اس آلہ کے لئے دباؤ۔ حجم کا نقشہ ہے۔ فشارہ کی چال کو اُسطوانہ کے پیندے سے شروع کیا جائے۔ فشارہ کے اُسطوانہ کی نلی سے متصل ہونے پر پورے اُسطوانہ میں ہوا بھری ہوتی ہے۔ اِس ہوا کا حجم ح اور دباؤ د ہے جو نقشہ میں نقطۂ ا سے ظاہر ہے۔ فشارہ کے اُوپر چلنے پر اُسطوانہ کی ہوا پچکتی ہے۔ یہ پچکاؤ (قریب قریب ہم تپشی) ترسیم ا ب سے ظاہر ہے۔ پچکاؤ ہونے کے وقت ف اور ج (شکل ۹۱) دونوں کھلنڈن بند رہتے ہیں مگر جونہی ہوا کا دباؤ قابلہ کے دباؤ د۲ کے برابر ہوتا ہے کھلنڈن ج کھلتا ہے۔ ا ب اسطوانہ سے ہوا خارج ہونے اور برتن میں مستقل دباؤ د۲ کے تحت بھرنے لگتی ہے۔ شکل ۹۲ میں آلہ کی اس حالت کو افقی خط ب ث ظاہر کرتا ہے۔

فشارہ کی بالائی چال کے اختتام پر ہوا کا برتن میں جانا موقوف ہو جاتا ہے۔ چونکہ فشارہ اور اسطوانہ کے درمیان کچھ نہ کچھ فصل ضرور ہوتا ہے اس لئے اُسطوانہ کی کل ہوا برتن میں نہیں چلی جاتی بلکہ کسی قدر باقی رہ جاتی ہے۔ فرض کرو کہ ح ب ہوا کا حجم دباؤ د۲ کے تحت باقی رہ جاتا ہے۔ فشارہ کے نیچے چلنے پر یہ ہوا منحنی ث د کے لحاظ سے پھیلتی ہے یہاں تک کہ ہر اس کا دباؤ د کے برابر ہو جاتا ہے۔ اور کھلنڈن ف

کھلتا ہے۔ اِس لئے اسطوانہ میں پھر ہوا بھر جاتی ہے جس کو اُفقی خط د ا ظاہر کرتا ہے۔

اگر پچکاؤ کو ہم تپشی مان لیں تو کلیۂ بائیل کی مدد سے

$$د_ا ح = د_۲ ح_۲$$

$$ح_۲ = \frac{د_ا}{د_۲} ح_ا$$

نیز جو ہوا قابلہ میں چلی جاتی ہے اُس کا حجم (ح۲ - حپ) اور دباؤ د۲ ہے۔

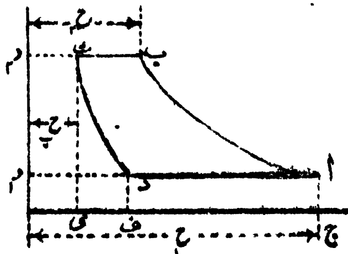
فرض کرو کہ کرۂ ہوا کے دباؤ د۱ کے تحت اِس ہوا کا حجم ح ہے تو

$$د_ا ح = د_۲ (ح_۲ - ح_پ)$$

$$ح = \frac{د_۲}{د_ا}(ح_۲ - ح_پ) = \frac{د_۲}{د_ا}\left(\frac{د_ا}{د_۲}ح_ا - ح_پ\right)$$

$$= ح_ا - \frac{د_۲}{د_ا} ح_پ$$

اِس کے معنی یہ ہیں کہ قابلہ میں مجموعی ہوا ح۱ کا صرف کچھ حصہ جاتا ہے۔ ہوا کو پچکانے میں اور اِس پچکی ہوئی ہوا کو برتن تک پہنچانے میں جس قدر کام کیا گیا ہے وہ شکل میں رقبہ ا ب ث ی ج ا شکل ۹۲

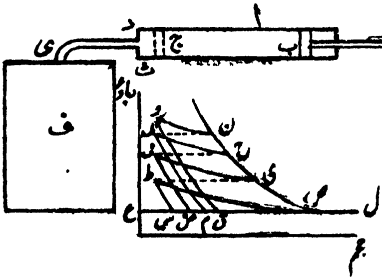


شکل ۹۲۔ ہوا کے پچکانے والے آلہ کے کام کا نقشہ

کے برابر ہے۔ رقبہ (ث د ا ج ی ث) ہوا کے اُس کام کے برابر ہے جو فشارہ کے نیچے کی جانب حرکت کرنے پر ہوا فشارہ پر کرتی ہے۔

لہٰذا اِن دونوں رقبوں کے فرق یعنی (ا ب ث د ا) کے برابر کام فشارہ کی اُوپر اور نیچے کی دونوں چالوں کے لئے مہیا ہونا چاہیئے۔

برتن میں ہوا بھرنے کا عمل۔ ا ہوا کا پچکانے والا آلہ ہے (شکل ۹۳)۔ فشارہ کی چال ب سے ج تک ہے۔ اُسطوانہ میں کُرہ سے ہوا کھُلمندن ث کے راستہ سے آتی ہے اور کھُلمندن د اور نلکی د ی سے ہوتی ہوئی قابلہ ف میں چلی جاتی ہے۔ فشارہ چلائے جانے سے قبل قابلہ میں ہوا کا دباؤ کُرہ کے دباؤ و کے برابر ہے۔ ابتدائے حرکت میں فشارہ ب پر ہوتا



شکل ۹۳۔ برتن میں ہوا بھرنے کا عمل

ہے اور کُرہ ہوا کے دباؤ پر اسطوانہ ہوا سے بھرا ہُوا ہوتا ہے۔ حجم۔ دباؤ کے نقشہ میں اُفقی خط ع ل اُن دباؤں کو ظاہر کرتا ہے جو کُرہ کے برابر ہیں۔ اُسطوانہ کی ابتدائی حالت کو نقطۂ ص بتاتا ہے۔ اُسطوانہ کے اندر کی جانب چلنے پر کھُلمندن د کھُل جاتا ہے اور برتن میں ہوا پہنچنی شروع ہو جاتی ہے۔ اس کھُلمندن کے کھُلنے کی وجہ یہ ہے کہ شروع میں اس کے دونوں جانب دباؤ یکساں ہوتا ہے لیکن فشارہ کی حرکت سے ہوا کسی قدر پچک جاتی ہے اس لئے اس ہوا کا دباؤ کُرہ کے دباؤ سے بڑھ جاتا ہے جس کی وجہ سے کھُلمندن د کو کھُلنا پڑتا ہے۔ شکل میں فشارہ کی اس بالائی چال کو ترسیم ص ط سے ظاہر کیا گیا ہے۔ بالائی چال کی انتہا ج تک ہے۔ پہلی چال سے قبل ہوا کا ابتدائی حجم ح ہے جو قابلہ، نلکی اور اُسطوانہ میں فشارہ ب تک بھرا ہے۔ بالائی چال کے اختتام پر ہوا کا حجم ح۲ ہو جاتا ہے جو قابلہ، نلکی اور اُسطوانہ کے درمیان فشارہ ج تک بھرا ہے۔ اگر یہ مان لیں کہ پچکاؤ ہم تپشی ہُوا ہے تو کُلیۂ بائل کی مدد سے

$$د_{۱} ح_{۱} = د_{۲} ح_{۲}$$

$$\therefore \; د_{۲} = \frac{د_{۱} ح_{۱}}{ح_{۲}}$$

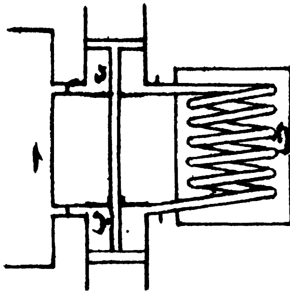
بالائی چال کے ختم ہو جانے پر اسطوانہ اور اس کے ڈھکن کے درمیان کچھ ہوا باقی رہ جاتی ہے شکل میں اس ہوا کی ابتدائی حالت کو نقطہ ط ظاہر کرتا ہے۔ فشارہ کے نیچے حرکت کرنے پر یہ بقیہ ہوا یہاں تک پھیلتی ہے کہ اس کا دباؤ کرۂ ہوا کے برابر ہو جاتا ہے۔ یہ پھیلاؤ ترسیم ط س سے ظاہر ہے۔ اب فشارہ کی بقیہ چال خط س ص کے مطابق ہوتی ہے۔

فشارہ کی دوسری بالائی چال شروع ہونے پر فشارہ کی ہوا کا دباؤ بڑھتا ہے لیکن ابتدا میں کچھ وقفہ تک قابلہ کے دباؤ د سے کم رہتا ہے اس لئے کھلمندن ٹ اور د بند رہتے ہیں۔ لہٰذا شروع میں فشارہ کو محض اسطوانہ کی ہوا پر کام کرنا پڑتا ہے اس لئے فشارہ کی ہوا کا دباؤ تیزی سے بڑھتا ہے جو شکل ۹۳ میں خط ص ی سے ظاہر ہے۔ جب فشارہ ی پر پہنچتا ہے جس کی بلندی (یا دباؤ) ط کے برابر ہے تو دباؤ د کے برابر ہو جاتا ہے اور کھلمندن د کھل جاتا ہے لہٰذا بقیہ چال کے دوران میں فشارہ کو برتن، نلکی اور اسطوانہ کی ہوا پر کام کرنا پڑتا ہے۔ چال کا یہ حصہ ترسیم ی ف سے ظاہر ہے۔ چونکہ اب فشارہ کو جملہ ہوا پر کام کرنا پڑ رہا ہے اس لئے پیشتر کے مقابلہ میں دباؤ ذرا کم رفتار سے بڑھتا ہے۔ فشارہ کے اوپر سے نیچے واپس ہونے پر بقیہ ہوا کا پھیلاؤ ترسیم ف ض کے مطابق ہے۔ ض پر دباؤ کرہ کے برابر ہو جاتا ہے اور کرہ سے اسطوانہ میں ہوا کا بھرنا خط ص ض سے ظاہر ہے۔ اس کے بعد کی دو چالیں ترسیم (ص ح ک م ص) اور (ص ن و ق ص) کے مطابق ہوتی ہیں۔ فشارہ کو اتنی بار حرکت دی جاتی ہے کہ قابلہ میں مطلوبہ دباؤ حاصل ہو جاتا ہے۔

سائیکل میں ہوا بھرنے کا عمل مذکورہ بالا کی ایک تمثیل ہے مگر فرق صرف اس قدر ہے کہ برتن یعنی ٹائر کا حجم ہوا بھرنے پر مستقل نہیں

رہتا بلکہ کسی قدر بڑھ جاتا ہے - دباؤ-حجم کے نقشہ میں بھی اِس فرق کے بموجب تغیر ہو جائیگا یعنی ص ط - ی ف - ح ک، وغیرہ، ترسیمیں اِتنی ترچھی نہ ہونگی - شکل ۹۳ کے دیگر حصے غیر متغیر رہینگے -

بیل کولمین کا سرد آلہ - اِس آلہ میں گیس کے حرناگذار پچکاؤ اور پھیلاؤ پر گرمی پیدا ہونے سے کام لیا گیا ہے - آلہ کو شکل ۹۴ کے حوالہ سے سمجھ سکتے ہیں - ا آلہ کا وہ حصہ ہے جس کو سرد رکھنا مقصود ہے - اِس حصہ سے ہوا بذریعہ پمپ ب نکالی اور پچکائی جاتی ہے جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ تپش کسی قدر بڑھ جاتی ہے - عموماً اِس پچکی ہوئی ہوا کا دباؤ ۵ ء ۳ یا ۴ کرہ ہوتا ہے - ث ایک نلدار پیچ ہے جس میں یہ گرم ہوا پمپ کے ذریعہ سے پہنچا دی جاتی ہے - ث کے چاروں طرف سرد پانی



شکل ۹۴ - بیل کولمین کا سرد آلہ

گردش کرتا ہے جس کی وجہ سے ہوا سرد ہو جاتی ہے - اب یہ سرد ہوا ایک حرکی اُسطوانہ د میں چلی جاتی ہے - اور پھیلنے کی وجہ سے فشارہ کو چلاتی ہے اِس فشارہ کی حرکت اسطوانہ ب کے فشارہ کو چلنے میں بھی مدد دیتی ہے - یہ ہوا پھیلاؤ کی وجہ سے سرد ہو جاتی ہے اور اِسی پست تپش کی حالت میں اس کو ا میں پہنچا دیتے ہیں - ا میں وہ چیزیں رکھی ہیں جن کو سرد کرنا ہے اور جو سرد ہوا کی وجہ سے ٹھنڈی ہو جاتی ہیں - پمپ کو دُخان انجن یا کسی اور طاقت سے چلاتے ہیں -

گیارہویں فصل کی مشقیں

۱- حرناگذار اور ہم تپشی پھیلاؤ کی تعریفیں کرو اور بیان کرو کہ اُن کو

عملی صورت میں کیسے لا سکتے ہیں۔

۲ ۔ ایک اسطوانہ میں کچھ گیس بھری ہے جو پھیلنے پر فشارہ کو چلاتی ہے۔ اگر پھیلاؤ ہم تپشی ہے تو اسطوانہ میں حرارت کا پہنچانا ضروری ہے۔ اس بیان کی توضیح کرو اور بتاؤ کہ تپش کو مستقل رکھنے کے لئے کس قدر حرارت کی ضرورت ہوگی۔

۳ ۔ خشک لکڑی کا باریک ٹکڑا ایک دھاتی پچکاری کے منہ کے اندر کر دیا گیا ہے جو پچکاری کے فشارہ کو تیز تیز چلانے پر جلنے لگتا ہے اس کی مفصل تشریح کرو۔

۴ ۔ ۹۰ پونڈ وزن فی مربع انچ مطلق دباؤ کے تحت ہوا کا حجم ۸۰ کمعب انچ ہے جو پھیل کر ۳۵۲۰ کمعب انچ ہو جاتی ہے۔ ذیل کی تینوں صورتوں میں آخری دباؤ کا حساب لگاؤ:۔

(ا) اگر پھیلاؤ ہم تپشی ہوا ہے۔

(ب) اگر پھیلاؤ $دح^{۱٫۴}$ = مقدارِ مستقلہ کے مطابق ہوا ہے۔

(ج) اگر پھیلاؤ $دح^{۱٫۲}$ = مقدارِ مستقلہ کے مطابق ہوا ہے۔

۵ ۔ سوال ۴ (ب) میں اگر ابتدائی تپش ۴۰° مئی ہے تو ہوا کی آخری تپش کا حساب لگاؤ۔

۶ ۔ ہوا پچکانے والے آلہ کے خاص خاص پرزوں کا خاکہ کھینچو اور آلہ کے عمل کو تفصیل کے ساتھ بیان کرو۔

۷ ۔ سائیکل کی نلکی میں پورے طور پر ہوا بھرنے کے بعد ہوا کا حجم ۲۰۰ کمعب انچ اور مطلق دباؤ ۲٫۵ کرۂ ہوائی ہے۔ اگر بالکل خالی نلکی میں ایک کرۂ ہوائی کے دباؤ کے تحت ہوا بھریں تو بتاؤ کس قدر ہوا کی ضرورت ہوگی۔

۸ ۔ ایک برتن کی گنجائش ۲٫۰ کمعب فٹ ہے اور اس میں کرۂ ہوائی کے مطلق دباؤ کے تحت ہوا بھری ہے یہ بتاؤ کہ برتن میں کس قدر کمعب فٹ ہوا کرہ کے دباؤ کے تحت بھر دیں کہ دباؤ چھ کرۂ ہوائی مطلق ہو جائے۔ (یہ مان لیا جائے کہ تپش میں تغیر نہیں ہوتا)۔ پمپ کی پہلی تین چالوں کے لئے دباؤ۔حجم کا نقشہ کھینچو۔

۹ ۔ ایک برتن میں ۷۶ سمر سیماب مطلق دباؤ کے تحت ۲۴۰۰ کمعب سمر ہوا بھری ہے۔

برتن میں سے ہوا خارج کرنے کے لئے شکل ۸۵ کا پمپ استعمال کیا گیا ہے اگر پہلی بالائی چال میں ۱۶۰ مکعب سمر ہوا خارج ہو جاتی ہے تو بتاؤ کہ پانچویں بالائی چال کے اختتام پر برتن میں دباؤ کیا ہوگا۔

۱۰۔ ہوا پچکانے والے آلہ کے اسطوانہ کا قطر ۲ انچ ہے اور فشارہ کی چال ۱۰ انچ ہے۔ بالائی چال کے اختتام پر فشارہ اور اس کے ڈھکن کے درمیان ۵ مکعب انچ ہوا باقی رہ جاتی ہے۔ آلہ میں ہوا ایک کرہ ہوائی مطلق دباؤ کے تحت داخل ہوتی ہے اور قابلہ میں جانے سے پیشتر ہم تپشی پچکاؤ کی وجہ سے اس کا دباؤ چھ کرۂ ہوائی مطلق ہو جاتا ہے۔ بتاؤ کہ ہر چال کے اختتام پر برتن میں کس قدر ہوا پہنچ جاتی ہے ہوا کے اس حجم کو ایک کرۂ ہوائی دباؤ کے تحت بیان کیا جائے۔ آلہ کے مذکورہ عمل کو ظاہر کرنے کے لئے ایک نقشہ بھی کھینچو۔

۱۱۔ ہوا کے سرد آلہ کی توضیح کے لئے ایک خاکہ کھینچو اور آلہ کے عمل کی تشریح کرو۔

۱۲۔ بتاؤ کہ ہم تپشی اور حرناگزار تغیرات کیا ہیں۔ بائیسکل میں ہوا بھرنے کے وقت پمپ کیوں گرم ہو جاتا ہے۔ [جامعۂ الہ آباد]

۱۳۔ نہایت قلیل دباؤ حاصل کرنے کے لئے کونسا گیسی پمپ موزوں ہے۔ اس کا نقشہ کھینچو اور تفصیل کے ساتھ تشریح کرو۔ نہایت کم دباؤ کی پیمائش کیسے کی جاتی ہے۔ [جامعۂ مدراس]

۱۴۔ سیمابی پمپ کی تشریح کرو اور بتاؤ کہ فشارہ کی دس چالوں کے بعد برتن میں دباؤ کتنا ہوگا۔ اسطوانہ کی گنجائش ۵۰ مکعب سمر اور برتن کی ۲۰۰ مکعب سمر ہے۔ اگر نیچے کا کھلنددان دھات کا ایک قرص ہے جس کا رقبہ ۱۰/۶۵۶۱ مربع انچ اور وزن ۱۶/۱ اونس ہے تو بتاؤ کہ ممکن الحصول خلا کتنی چالوں کے بعد حاصل ہوگا۔ کرۂ ہوائی کا دباؤ ۱۴۶۴ پونڈ فی مربع انچ ہے۔ [کلیۂ پریسیڈنسی]

۱۵۔ مک لیوڈ[1] فشارہ پیما کی نلی اب کا سوراخ ایک ممر چوڑا ہے اور اس کی درجہ بندی ممروں میں کی گئی ہے۔ ا اور ث کا درمیانی حجم یک صد مکعب سمر ہے۔ اس آلہ سے ایک برتن کے دباؤ کی پیمائش میں ذیل کے مطالعات لئے گئے ہیں۔ ک پر سطح سیماب ۵۶۶۳ ممر۔ ک اور ل کی سطحات کا فرق ۶۶۴ ممر۔ برتن کے دباؤ کا حساب لگاؤ۔

۱۶۔ سوال ۱۰ میں یہ تسلیم کر لو کہ بچکی ہوئی بقیہ ہوا کلیۂ بائیل کے مطابق پھیلتی ہے اور حساب لگاؤ کہ فشارہ کے کتنے دور تک چلنے کے بعد اسطوانہ کا بالائی کھلنددن کھلتا ہے۔

[1] M' Leod

بارہویں فصل

تبدیلِ حالت

ٹھوس جسم کا مائع میں تبدیل ہونا ۔ ٹھوس جسم کے سالمات اپنی اپنی جگہ پر نہایت قلیل حدود کے اندر ہی اندر حرکت کرتے رہتے ہیں اور اپنی حد سے باہر نہیں نکلتے ۔ جسم کو گرم کرنے پر سالمات کی رفتار میں اضافہ ہو جاتا ہے اور کافی دیر تک گرم کرنے سے تپش اتنی بڑھ جاتی ہے کہ اتصال ناممکن ہوتا ہے ۔ اس تپش پر ٹھوس مائع کی شکل اختیار کر لیتا ہے ۔ ٹھوس میں اتصال مائع کے مقابلہ میں زیادہ ہوتا ہے اس کا معمولی ثبوت یہ ہے کہ بیج کو تراشنے میں وقت ہوتی ہے مگر پانی میں چاقو باسانی اِدھر اُدھر چلایا جا سکتا ہے ۔

نقطۂ اماعت ۔ کسی ٹھوس کا نقطۂ اماعت وہ تپش ہے جس پر ٹھوس مائع کی شکل اختیار کرتا ہے ۔ اور نقطۂ انجماد وہ تپش ہے جس پر مائع ٹھوس کی شکل میں تبدیل ہوتا ہے عموماً یہ دونوں نقاط ایک ہی درجۂ تپش پر ہوتے ہیں ۔ ہر ٹھوس کا نقطۂ اماعت مختلف ہوتا ہے ۔ چنانچہ برف صفر درجۂ مئی اور پیرافینی موم ۴۶ درجۂ مئی پر پگھلتے ہیں ۔

بعض چیزیں یک لخت مائع ہو جاتی ہیں یعنی تپش کے بڑھنے پر فوراً مائع بن جاتی ہیں ۔ ایسی چیزوں کا نقطۂ اماعت دریافت کرنا آسان ہے ۔ مگر بعض چیزیں مثلاً شیشہ لوہا وغیرہ پگھلنے سے پیشتر ایک ایسی درمیانی حالت میں ہوتے ہیں کہ نہ تو ان کو ٹھوس کہا جا سکتا ہے اور نہ مائع ہی ۔ ایسی حالت میں وہ اِتنے نرم ہوتے ہیں کہ ان کو ہر شکل میں تحویل کیا جا سکتا ہے ۔ بعض

چیزیں بوقتِ انجماد پھیلتی اور بعض سکڑتی ہیں۔ جیسا کہ یخ کا حجم اس کے پانی کے حجم سے زیادہ ہوتا ہے (صفحہ ۱۴)۔ ڈھلواں لوہا بستہ ہونے پر پھیلتا ہے اور اسی وجہ سے اس کی ڈھلی ہوئی چیزوں پر نقش ونگار صاف ہوتے ہیں۔ پگھلی ہوئی دھات کسی سانچہ میں ڈال دی جاتی ہے جس کو بستگی کے دوران میں یہ کامل طور پر بھر دیتی ہے۔ پیرافینی موم جمنے پر سکڑتا ہے۔

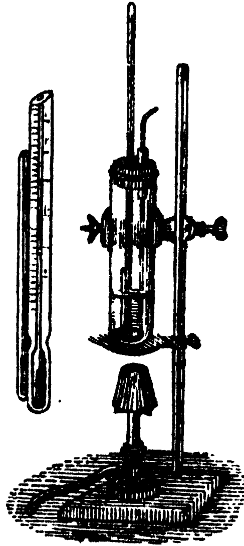
کسی شے کے نقطۂ اماعت پر دباؤ کا اثر۔ پانی ایک کرہ ہوائی دباؤ کے تحت صفر درجہ مئی پر منجمد ہوتا ہے۔ دباؤ کے بڑھنے پر انجماد کے وقت کا پھیلاؤ ایک حد تک رک جاتا ہے جس کی وجہ سے نقطۂ انجماد بھی کسی قدر کم ہو جاتا ہے یعنی دباؤ کی زیادتی کی وجہ سے پانی صفر درجہ مئی سے کمتر تپش پر بھی پانی ہی رہتا ہے۔ عموماً ان چیزوں کے نقاطِ انجماد جو جمنے پر پھیلتی ہیں دباؤ کی زیادتی سے گھٹ جاتے ہیں اور ان چیزوں کے نقاطِ انجماد جو جمنے پر سکڑتی ہیں دباؤ کی وجہ سے بڑھ جاتے ہیں۔ ایک کرۂ ہوائی دباؤ کی زیادتی کی وجہ سے یخ کا نقطۂ اماعت ۰۰۷۲ء۰° مئی گھٹ جاتا ہے۔ پیرافینی موم ایک کرۂ ہوائی کے تحت ۴۶ء۳° مئی پر اور ۱۰۰ کراتِ ہوائی کے تحت ۴۹ء۹° مئی پر پگھلتا ہے۔

لارڈ کیلون نے تجربہ سے یہ ثابت کیا کہ دباؤ کی زیادتی کی وجہ سے پانی کا نقطۂ انجماد کم ہو جاتا ہے۔ ایک بند برتن میں یخ بھر دی گئی اور ڈھکن میں ایک پیچ لگایا گیا تاکہ پیچ کے ذریعہ سے یخ پر دباؤ ڈالا جا سکے۔ برتن میں ایک تپش پیما حفاظت سے لگا دیا گیا کہ یخ کے نقطۂ اماعت پر دباؤ کا اثر مطالعہ کیا جا سکے۔ ذیل کا تجربہ بھی اسی واقعہ کو ظاہر کرتا ہے۔

تجربہ ۳۷۔ دباؤ کی زیادتی سے پانی کا نقطۂ انجماد گھٹ جاتا ہے۔ دو ٹیکنوں کے درمیان یخ کا ایک تودہ رکھ دو۔ تانبے یا لوہے کے تار کا ایک حلقہ بناؤ اور اس میں ایک وزن باندھ دو۔ اب اس حلقہ کو تودے میں پہنا دو۔ دباؤ کی زیادتی سے نقطۂ انجماد کم ہو جائیگا اور تار کے نیچے یخ پانی بن جائیگی اور حلقہ رفتہ رفتہ تار میں سے آر پار ہو جائیگا۔ تار کے نیچے کا پانی تار کے اوپر آنے اور دباؤ کے کم ہونے کی وجہ سے پھر جم جاتا ہے اور یخ کا تودہ تجربہ کے بعد بھی ایک ٹھوس جسم بنا رہتا ہے۔

یخ پر جب اسکیٹنگ کرتے ہیں اگر اسکیٹ تیز اور اچھی حالت میں ہوتے ہیں تو اِس کی تیز باڑھ پر جو دباؤ پڑتا ہے اس سے باڑھ کے نیچے کی یخ تھوڑی دیر کے لئے پگھل جاتی ہے۔ پس ہم چاہیں تو کہہ سکتے ہیں کہ ایسی حالت میں پانی پر اسکیٹنگ کی جاتی ہے۔

تجربہ ۳۸۔ نقطۂ اماعت کا دریافت کرنا۔ یہ طریقہ کم تر نقاطِ اماعت والی چیزوں کے لئے کارآمد ہے مثلاً پیرافینی موم گندک وغیرہ۔ شیشہ کی ایک باریک سوراخدار نلی لے کر اس میں سے ایک چھوٹا سا ٹکڑا کاٹ لو۔ اس ٹکڑے میں وہ چیز بھرو جس کا نقطۂ اماعت دریافت کرنا مقصود ہے اور تب اُس کو ایک تپش پیما کے ساتھ جوڑ کے قریب باندھ دو (شکل ۹۵)۔



شکل ۹۵۔ نقاطِ اماعت معلوم کرنے کا آلہ

اِن دونوں کو ایک کاگ میں سے گذارو اور کاگ کو امتحانی نلی میں لگا دو۔ نلی میں تار کی ایک ہلانی اور وہ مائع ہونا چاہیے جو گرم ہو سکتا ہے اور جس کا نقطۂ جوش اُس چیز کے نقطۂ اماعت سے بالا تر ہو

جس کا نقطۂ اماعت دریافت کرنا ہے۔ موم کے لئے پانی اور گندک کے لئے تیل یا گندک کا تیزاب موزوں مائع ہیں۔

امتحانی نلی کو آہستہ آہستہ گرم کرو اور مائع کو ہلاتے رہو یہاں تک کہ وہ پگھلنا شروع ہو جائے۔ اِس تپش کو جس پر یہ چیز پگھلنے لگی ہے مطالعہ کرلیا جائے۔ اب نلی کو ٹھنڈا ہونے دو اور جس وقت انجماد شروع ہو تپش مطالعہ کرلی جائے۔ اِسی طرح سے تجربہ کو کئی بار دہراؤ۔ جملہ مطالعات کا اوسط اِس چیز کا نقطۂ اماعت ہوگا۔

تجربہ ۳۹۔ نقاطِ اماعت تبریدی تجربات سے

—— امتحانی نلی میں پیرافینی موم یا نفتھیلین بھرا ہے (شکل ۹۶)۔ نلی میں کاگ اور تپش پیما بھی لگے ہیں۔ کاگ کے ایک طرف چھوٹا سا کھانچا بنا دو تاکہ کاگ کے چُست بیٹھنے کی وجہ سے نلی ہوا بند نہ ہونے پائے۔ نلی کو گرم کرو کہ موم پگھل جائے۔ اور تپش نقطۂ اماعت سے اندازاً دس درجہ مئی بڑھ جائے۔ اب نلی کو ٹھنڈا ہونے دو اور ہر نصف منٹ کے بعد تپش کا مطالعہ کرتے رہو یہاں تک کہ موم جم جائے اور تپش نقطۂ اماعت سے کافی کم ہو جائے۔

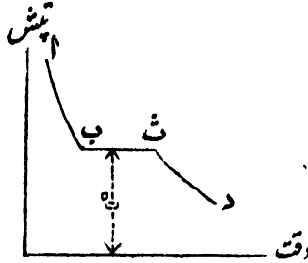
تپش اور وقت سے شکل ۹۷ کا منحنی تیار کرلیا جائے۔

اب مائع کا تنزل تپش اور ب ث انجماد کے وقت کی مستقل تپش اور ث د ٹھوس موم کا



شکل ۹۶۔ تبریدی طریقہ سے نقطۂ اماعت

تنزلِ تپش ظاہر کرتے ہیں۔ نقطۂ اماعت ت، اُفقی خط ب ث کی بلندی کے برابر ہے۔



شکل ۹۷۔ تپشِ انجماد کو دکھانے کے لیے تبریدی ترسیم

دھاتی آمیزوں کے تجربے اسی قاعدے سے کئے جاتے ہیں تاکہ بھرت کی تمام دھاتوں کے نقاطِ اماعت علیحدہ علیحدہ معلوم ہو جائیں۔

اماعت کی حرارتِ مخفی۔ تپش پیما کے نقطۂ انجماد کی آزمائش میں (صفحہ ۱۰۶) یہ ملاحظہ کیا تھا کہ یخ کے تمام پگھل جانے تک تپش مستقل رہتی ہے۔ تجربہ ۳۹ میں بھی مختلف چیزوں کے متعلق اسی واقعہ کو ظاہر کیا ہے۔ کسی چیز کے پورے پگھل جانے یا منجمد ہونے میں کچھ وقت لگتا ہے۔ پگھلنے کے وقت حرارت جسم میں جذب ہوتی اور منجمد ہونے کے وقت حرارت جسم سے خارج ہوتی ہے۔

کسی ٹھوس جسم کی اماعت کی حرارتِ مخفی وہ مقدارِ حرارت ہے جو اس جسم کی ایک اکائی کمیتِ مادّہ کو مائع کی شکل میں تبدیل کر دے اگر تپش میں کمی و بیشی نہ ہونے پائے۔

تجربہ ۴۰۔ یخ کی اماعت کی حرارتِ مخفی

تانبے کے حرارہ پیما کا وزن کر لو اور اس میں تقریباً ۲۰۰ مکعب سنتی میتر پانی بھر لو۔ حرارہ پیما کو اب پھر وزن کرو تاکہ پانی کی کمیت معلوم ہو جائے۔

یخ کے تقریباً ۵۰ گرام وزنی ٹکڑے کو جاذب سے اچھی طرح خشک کرنے کے بعد حرارہ پیما میں ڈال دو مگر اس سے پیشتر حرارہ پیما کے پانی کی تپش مطالعہ کرلینی چاہیے۔ پانی کو خوب آہستہ آہستہ ہلاؤ اور جب کچھ بھی یخ باقی نہ رہے تپش مطالعہ کرلی جائے۔ حرارہ پیما کو اب تیسری بار وزن کرنے سے یخ کا وزن معلوم ہوجاتا ہے۔

فرض کرو

حرارہ پیما کی کمیتِ مادّہ = ک گرام

حرارہ پیما کی دھات کی نوعی حرارت = ن

پانی کی کمیتِ مادّہ = ک۱ گرام

یخ کی کمیتِ مادّہ = ک۲ گرام

پانی کی ابتدائی تپش = ت۱ درجہ سی

آخری تپش = ت۲ درجہ سی

یخ کی اماعت کی حرارتِ مخفی = م حرارے

اگر ہم یہ مان لیں کہ ت۱ سے ت۲ تک ٹھنڈا ہونے میں پانی اور حرارہ پیما سے جس قدر حرارت خارج ہوئی ہے وہ یخ کو پگھلانے اور یخ کے پانی کو صفر درجہ سی سے ت۲ درجہ سی تک گرم کرنے میں صرف ہوئی ہے تو

$$ک_۲ (م + ت_۲) = (ک_۱ + ک ن) (ت_۱ - ت_۲)$$

$$\therefore م = \left(\frac{ک_۱ + ک ن}{ک_۲}\right) \cdot (ت_۱ - ت_۲) - ت_۲$$

یخ کی اماعت کی حرارتِ مخفی تقریباً ۸۰ حرارے فی گرام ہے۔ تجربے سے جو تم نے جواب نکالا ہے اُس کا اس صحیح قیمت سے مقابلہ کرو۔

تجربہ ۱۴۱۔ پیرافینی موم کی اماعت کی حرارتِ مخفی

تجربہ ۱۴۰ میں یخ کی بجائے پگھلا ہوا موم

استعمال کرو اور بقیہ عمل تجربۂ مذکور کے بموجب کرو۔ نقطۂ انجماد تک سرد ہونے میں پگھلے ہوئے موم سے جس قدر حرارت خارج ہوئی ہے اُس کو بھی حساب میں شمار کر لو۔

فرض کرو کہ

حرارہ پیما کے پانی کی کمیتِ مادہ	=	ک_1 گرام
حرارہ پیما کا آبِ مساوی	=	ک_2 گرام
پیرافینی موم کی کمیتِ مادہ	=	ک_3 گرام
پگھلے ہوئے موم کی ابتدائی تپش	=	ت_1 درجۂ مئی
موم کا نقطۂ انجماد	=	ت_2 درجۂ مئی
پانی کی ابتدائی تپش	=	ت_3 درجۂ مئی
آمیزہ کی آخری تپش	=	ت_4 درجۂ مئی
پگھلے ہوئے موم کی نوعی حرارت	=	ن_1
ٹھوس موم کی نوعی حرارت	=	ن_2
موم کی حرارتِ مخفی	=	م حرارے

نوعی حرارتیں ن_1 اور ن_2 فصل چوتھی کے طریقوں پر عمل کرنے سے معلوم کی جاسکتی ہیں۔ اگر یہ مان لیں کہ جس قدر حرارت موم سے خارج ہوئی ہے وہ حرارہ پیما اور پانی میں جذب ہوگئی ہے تو

$$\text{ک}_3\text{ن}_1(\text{ت}_1-\text{ت}_2)+\text{ک}_3\text{م}+\text{ک}_3\text{ن}_2(\text{ت}_2-\text{ت}_4)=(\text{ک}_1+\text{ک}_2)(\text{ت}_4-\text{ت}_3)$$

$$\therefore \text{م}=\frac{(\text{ک}_1+\text{ک}_2)(\text{ت}_4-\text{ت}_3)-\text{ک}_3\{\text{ن}_1(\text{ت}_1-\text{ت}_2)+\text{ن}_2(\text{ت}_2-\text{ت}_4)\}}{\text{ک}_3}$$

محلول کا نقطۂ انجماد۔ جب کوئی ٹھوس کسی مائع میں حل کیا جاتا ہے تو مائع سے ٹھوس اپنے اماعت کی حرارتِ مخفی کے برابر حرارت اخذ کر لیتا ہے جس کی وجہ سے محلول کی تپش کم ہو جاتی ہے اور محلول ٹھنڈا محسوس ہونے لگتا ہے۔ اِس کی مثال پانی اور نمک کا محلول ہے۔ پانی میں نمک حل کرنے سے

پانی سرد ہو جاتا ہے۔

اگر اس عمل سے صرف ٹھوس کا مائع میں حل ہو جانا ہی نہیں ہے بلکہ اس کے ساتھ دو اشیاء میں کیمیائی امتزاج بھی واقع ہوتا ہے تو کیمیائی عمل سے حرارت پیدا ہوتی ہے اور اس سے ممکن ہے کہ تپش میں کچھ اضافہ بھی ہو جائے۔ کاوی پوٹاش کو پانی میں حل کرنے سے اتنی حرارت پیدا ہوتی ہے کہ محلول کی تپش میں کافی اضافہ ہو جاتا ہے۔

محلول کا نقطۂ انجماد محلل سے ہمیشہ کم تر ہوتا ہے۔ اگر پانی اور امونیئم نائیٹریٹ کی تپش صفر درجۂ مئی ہو اور دونوں کی مساوی مقداروں کو ملایا جائے تو محلول کی تپش - ۱۵ درجہ تک کم ہو جاتی ہے۔ اسی وجہ سے یہ آمیزہ مختلف چیزوں کو سرد کرنے کے کام میں آتا ہے۔ کوٹی ہوئی یخ یا برف اور نمک کی مساوی مقدار کو ملانے سے بھی کار آمد انجمادی آمیزہ بن جاتا ہے۔

بنسن کے "یخ حرارہ پیما" سے نوعی حرارتوں کا دریافت کرنا۔ یہ طریقہ اس صورت میں زیادہ مفید ہوتا ہے جب کہ وہ چیز نہایت کم مقدار میں موجود ہوتی ہے جس کی نوعی حرارت دریافت کرنا مقصود ہوتی ہے۔ اس مطلب کے لئے جو آلہ استعمال ہوتا ہے اس میں نلی ا ایک جوفہ ب کے اندر لگا کر جوڑ دی جاتی ہے۔ جوفہ ب میں ایک اور نلی ث بھی لگی ہے جس کے بالائی سرے پر ایک آہنی کالر جوڑا ہوا ہے (شکل ۹۸)۔ اس کالر کے ذریعہ سے ایک نہایت باریک سوار خدار نلی س کو آلہ سے جوڑ دیتے ہیں۔ س پر ایک ملی میتر پیمانہ چسپاں ہے۔ ب میں ا کے چاروں طرف کسی قدر خالص پانی بھرا ہے۔ جوفہ ب کے نچلے حصہ میں اور نلی ث د میں اور س میں کچھ دور تک صاف پارا بھرا ہے۔ کالر د میں نلی س کو دبانے سے پارے کے سرے کو جہاں چاہیں لا سکتے ہیں۔ امتحانی نلی ا میں ایتھر کی



شکل ۹۸۔ بنسن کا یخ حرارہ پیما

تبخیر سے یا سرد الکوہل کے دَوران سے خنکی پیدا کی جاتی ہے جس کی وجہ سے ب کا کچھ پانی جم جاتا ہے۔ اب پورے آلہ کو صاف اور تازہ برف میں رکھ دیتے ہیں۔ ا کے چاروں طرف برف کی چھ ملی میتر سے دس ملی میتر تک موٹی تہ ہونی چاہیے۔

ا میں خالص پانی ڈالنے سے آلہ کی تعییر اس طرح کرلی جاتی ہے کہ اگر اس پانی کی کمیت ک گرام ہے تو یہ پانی ابتدائی تپش ت سے صفر درجہ مئی تک ٹھنڈا ہونے میں ک ت حرارے خارج کرتا ہے۔ اس حرارت کی وجہ سے کچھ یخ پگھل جاتی ہے اور حجم میں کسی قدر کمی ہو جاتی ہے جس کی وجہ سے س میں پارے کا سرا پیچھے ہٹ آتا ہے۔ اگر پارے کی حرکت پیمانہ کے د درجوں کے برابر ہے تو ایک درجہ $\frac{ک ت}{د}$ حرارہ کے مساوی ہوگا۔ واضح رہے کہ پیمائش میں جس اصول پر عمل کیا جاتا ہے وہ یخ کی حرارت مخفی کا اصول ہے اور اس کے ساتھ حجم کا وہ تغیر بھی شامل ہوتا ہے جو یخ کی اماعت میں واقع ہوتا ہے۔

اب جس چیز کی نوعی حرارت دریافت کرنا ہے اس کو گرم کنندہ پانی میں (شکل ۱۵۷) گرم کرنے کے بعد ا کے پانی میں ڈال دو۔ ا کے پیندے میں تھوڑی سی روئی رکھ دی جاتی ہے تاکہ نلی ٹوٹنے نہ پائے۔ فرض کرو کہ شئے کی کمیتِ مادہ ک اور ابتدائی تپش ت ہے اور شئے کے °ہ تک ٹھنڈا ہونے کی وجہ سے پارا پ درجہ پیچھے ہٹتا ہے اور فرض کرو کہ پارا ایک درجہ ہٹنے کی متناظر حرارت ح ہے اور شئے کی نوعی حرارت ن ہے تو

$$ک\ ن\ ت_۱ = پ_۱\ ح$$

$$\therefore ن = \frac{پ_۱\ ح}{ک\ ت}$$

آلہ استعمال میں نہ ہو تو پارے کا سرا کبھی بھی قائم نہیں رہتا۔ اس لئے تصحیح کی ضرورت پیش آتی ہے۔ کرہ ہوائی کی حرارت سے برف پگھلتی رہتی ہے اور حجم میں کمی آنے کی وجہ سے پارا حرکت کرتا رہتا ہے اس لئے پارے کی اس مسلسل حرارت کو تجربہ میں شمار کرلینا ضروری ہے۔

تجربہ سے پیشتر اور تجربہ کے بعد ہر مرتبہ نصف گھنٹہ تک پارے کی حرکت کو ملاحظہ کرو۔ فرض کرو کہ پارے نے پ درجے ت منٹ میں

اور پ پر درجہ ت منٹ میں طے کئے ہیں لہذا

تغیر کی اوسط رفتار = ½ (پ/ت + پ/ت)

اِس تصحیح کو تجربہ کے وقفہ سے ضرب دینے کے بعد مطالعہ میں شامل کر لینا چاہیئے۔

مائع کا بخار بننا۔ مائعات میں سالمات کے درمیان ٹکریں متواتر واقع ہوتی رہتی ہیں کیونکہ سالمہ کے حرکت کرنے کے لئے بہت کم فضا موجود ہوتی ہے۔ مائع کو گرم کرنے سے سالمات کی رفتار تیز ہو جاتی ہے اور توانائی میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ مائع کی سطح سالمات کو باہر نکلنے سے باز رکھتی ہے مگر جس سالمہ کی رفتار جملہ سالمات کی اوسط رفتار سے زیادہ ہو جاتی ہے وہ سطح کو توڑ کر باہر نکل جاتا ہے اور مائع کے اوپر گیس سے جا ملتا ہے۔ اِن خارج شدہ سالمات کا طرزِ عمل گیس کے سالمات کے مطابق ہوتا ہے۔ سالمات کے اس طرح پر مائع سے خارج ہونے کو **تبخیر** اور خارج شدہ سالمات کو بخار کہتے ہیں۔ اگر مائع کسی کھلے برتن میں ہے تو کچھ عرصہ کے بعد تبخیر کی وجہ سے سب کا سب مائع بخار بن کر اُڑ جائے گا۔

تبخیر میں تیزی حرارت سے پیدا کی جاتی ہے۔ مائع کو گرم کرنے سے سالمات کی اوسط رفتار بڑھ جاتی ہے جس کی وجہ سے سالمات مائع کی سطح کو توڑ کر فضا میں چلے جاتے ہیں۔

بند برتن میں تبخیر۔ برتن میں سے ہوا اور دیگر گیسیں خارج کر دی جائیں تاکہ برتن میں مائع اور اس کا بخار رہے۔ کچھ سالمات مائع سے خارج ہوتے رہینگے۔ اور بخار کے کچھ سالمات وقتاً فوقتاً مائع کی سطح سے ٹکرائینگے اور سطح کو توڑ کر پھر مائع میں شامل ہو جائینگے۔ موخرالذکر کو **بستگی** کہتے ہیں۔ کچھ دیر کے بعد فی سکنڈ خارج ہونے والے سالمات کی تعداد مائع میں واپس آنے والے سالمات کی تعداد کے برابر ہو جائیگی۔ لہذا برتن کے اکائی حجم میں سالمات کی تعداد مخصوص ہوگی۔ بخار کو ایسی حالت میں **سیر شدہ** کہتے ہیں۔ سیر شدہ فضا وہ ہوتی ہے جس میں موجودہ حالات کے تحت سالمات کی مزید تعداد قائم نہ رہ سکے۔

بند فضا میں سیری بہت جلد آجاتی ہے۔ واقعہ یہ ہے کہ بخار کے پیدا ہونے کے لئے جو فضا مہیا ہوتی ہے وہ ہمیشہ سیر ہوتی ہے اور مائع اور بخار ایک ہی تپش پر ہوتے ہیں۔ اگر مائع گرم کیا جائے تو تپش میں اضافہ ہونے کی وجہ

سے مائع اور بخار کے سالمات کی اوسط رفتار بڑھ جائیگی اور زیادہ سالمات مائع سے خارج ہونگے کچھ وقفہ کے بعد فضاء میں سیری پیدا ہو جائیگی۔ تپش بڑھنے سے بخاری سالمات کی ٹکروں کی وجہ سے برتن کے بازوؤں پر دباؤ بھی بڑھ جائیگا چونکہ مستقل تپش پر سیر شدہ بخار میں فی اکائی حجم سالمات کی تعداد اور اوسط رفتار مخصوص ہوتی ہے لہذا برتن کی دیواروں پر مخصوص دباؤ پڑتا ہے۔ اس لئے مستقل تپش پر کسی معین سیر شدہ بخار کا دباؤ بھی مستقل ہوتا ہے۔

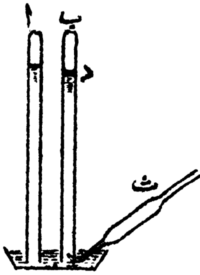
سیر شدہ بخار۔ اگر برتن کے حجم کو کم کردیں تو بخار کے دباؤ میں کچھ فرق نہ آئیگا بشرطیکہ ظرف اور مظروف کی تپش مستقل رہے۔ چونکہ مستقل تپش پر سیر شدہ دباؤ بھی مستقل ہوتا ہے اِس لئے برتن کی گنجائش میں تخفیف کرنے کا نتیجہ یہ ہوگا کہ کچھ گیس بستہ ہوجائے گی۔ اگر یہ تخفیف جاری رکھی جائے تو تمام بخار بستہ ہو جائیگا۔ یہ محض ایسی صورت میں ممکن ہے جب کہ برتن کا حجم اِس قدر کم کردیا جائے کہ اس میں معین تپش پر مائع کی صرف معین مقدار ہی سما سکے۔

اگر برتن میں بخار بننے کے لئے کافی مائع موجود ہے تو فضا کی سیری کا انحصار حجم پر نہیں ہوتا۔ اگر کافی مائع موجود نہیں ہے تو سیری ہونے سے پیشتر تمام مائع بخار بن جائے گا اور ایسے بخار کو ناسیر شدہ کہیں گے۔

پُر گرم بخار۔ اگر بند برتن سے سیر شدہ بخار کو ایک نلکی کے ذریعہ سے نکال لیں اور دباؤ کو مستقل رکھتے ہوئے بخار کو گرم کریں تو سالمات کی رفتار میں تپش کے بڑھنے کی وجہ سے اضافہ ہوجائیگا اور بخار کامل گیس کی طرح شارل اور بائیل کے کلیوں کے بموجب عمل کریگا۔ یہ بخار آسانی کے ساتھ مائع کی شکل میں تبدیل نہیں کیا جاسکتا۔ ایسی حالت میں بخار کو پُر گرم بخار کہتے ہیں۔

تجربہ ۴۲ ــــ بخار کا اعظم دباؤ کمرہ کی تپش پر۔

طبیعیات حرکت فصل ۱۹ صفحہ ۲۱۶ کی ہدایات کے بموجب ۲ اور ب دو بارپیمائی نلیوں کو ترتیب دے لو (شکل ۹۹)۔ ایک چھوٹے نالچہ ث کے پتلے سرے کو خم دے کر اُس میں وہ مائع بھر دو جس کے بخار کا امتحان کرنا مقصود ہے۔ نالچہ کے سرے کو ب کے اندر رکھو اور آہستہ سے پھونکو تاکہ ذرا سا مائع ب میں چلا جائے۔ یہ مائع پارے



شکل ۹۹ ۔ کمرہ کی تپش پر بخار کا دباؤ

میں سے ہوتا ہوا سطح د کے اوپر پہنچ جائیگا اور نہایت قلیل مقدار میں ہونے کی وجہ سے سب کا سب بخار بن جائیگا۔

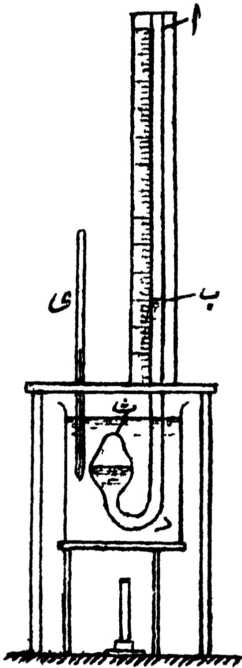
اب نلی ب د ناسیر شدہ بخار سے بھری ہے۔ اس بخار کے دباؤ کی وجہ سے سطح سیماب د سے کسی قدر نیچے اتر جاتی ہے۔ طریقۂ مذکور کے بموجب ب د میں ذرا سا اور مائع داخل کیا جائے تو ب پر دباؤ کی زیادتی کی وجہ سے سطح سیماب اور نیچے اتر جائیگی۔ اگر یہ بھی بخار بن جائے تو قدرے اور مائع اندر پہنچا دیا جائے تاکہ پارے کی سطح کے اوپر نہایت ہی قلیل مائع باقی بچے اور نلی ب د کا بخار بھی سیر ہو جائے۔ اس سیر شدہ بخار کا دباؤ ا اور ب کی سطح سیماب کے فرق کے مساوی ہے اور اس کی تپش کمرہ کی تپش کے برابر ہے۔ ب میں اب اور مائع داخل کرنے سے بخار کے دباؤ میں اضافہ نہیں ہوتا۔ د پر سطح سیماب کے مستقل ہونے سے ظاہر ہوتا ہے کہ کمرے کی تپش پر سیر شدہ بخار کا دباؤ مستقل ہوتا ہے۔ اس سے نتیجہ نکلتا ہے کہ سیر شدہ بخار کا دباؤ اس تپش پر بخار کا اعظم دباؤ ہوتا ہے اور اس دباؤ کو بخار کا اعظم دباؤ کہتے ہیں۔

تجربہ ۴۴ — بخار کے اعظم دباؤ کو برتن کے حجم سے کچھ تعلق نہیں — تجربہ ۴۳ میں ایک گہرا ظرف استعمال کیا جائے اور اس کو پارے سے بھر دیا جائے تاکہ نلی ب کو حسب ضرورت چند سنتی میتر اوپر اٹھا سکیں یا چند سنتی میتر نیچے اتار سکیں۔ نلی ب میں کافی مائع داخل کر دیا جائے تاکہ ب د میں بخار سیر شدہ ہو۔ ا اور ب کی سطحات سیماب کا فرق مطالعہ کر لیا جائے۔ اب نلی ب کو چند سنتی میتر نیچا کر دو۔ ب د کا حجم کم ہو جائیگا اور کچھ بخار بستہ ہو جائیگا مگر مطالعہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ ا اور ب کی سطحات سیماب کے سابقہ فرق میں تغیر نہیں ہوا ہے۔ اب نلی ب کو چند سنتی میتر اوپر اٹھاؤ تاکہ ب د کا درمیانی حجم بڑھ جائے مگر نلی اس قدر نہ اوپر اٹھائی جائے کہ ب د کا حجم اتنا زیادہ ہو کہ ب د کا سب مائع بخار بن جائے

اور بخار ناسیر شدہ ہو۔ نلی ب میں سطح د پر ہمیشہ کچھ نہ کچھ مائع کا ہونا ضروری ہے تاکہ بخار کے متعلق اطمینان کے ساتھ کہا جا سکے کہ وہ سیر شدہ ہے۔ اب سطحات سیماب کے فرق کو پھر مطالعہ کرلو۔ ان جملہ مطالعات سے یہ نتیجہ نکلے گا کہ اگر بخار سیر شدہ ہو تو مستقل تپش پر اس کا دباؤ بھی مستقل ہوتا ہے۔

تجربہ ۴۲۔ کمتر تپشوں پر آبی بخار کا اعظم دباؤ۔

شکل ۱۰۱ میں ا ب ث ایک منھ بند خمیدہ نلی ہے جس میں جوفہ ث لگا ہے۔ جوفہ کے کچھ حصہ میں اور نلی میں ب د تک پارا بھرا ہے۔ ا ب میں طرسلی خلا ہے (طبیعیات حرکت صفحہ ۴۱۷) جوفہ میں سطح سیماب کے اوپر تھوڑا سا پانی موجود ہے تاکہ جوفہ کا خالی حصہ پانی کے سیر شدہ بخار سے بھرا ہو۔ نلی ا ب کے ساتھ ایک پیمانہ لگا رہتا ہے تاکہ پارے کی سطح مطالعہ کی جا سکے۔ جوفہ اور نلی کے خمیدہ حصہ کو پانی بھرے برتن کے اندر رکھ دو اور پانی کو بنسنی شعلہ سے گرم کرو۔ تپش پیما ی سے گرم پانی کی تپش معلوم کی جاتی ہے۔ نلی اور شعلہ کے درمیان ایک پردہ ہوتا ہے تاکہ شعلہ اور گرم پانی کی حرارت سے نلی ا ب اور پیمانہ محفوظ رہیں۔



شکل ۱۰۱۔ کمتر تپشوں پر بخار کا اعظم دباؤ

جوفہ میں ذرا سا پانی باقی رہنے تک بخار سیر شدہ ہوتا ہے۔ اس بخار کا دباؤ ب اور ث کی سطحات سیماب کے فرق کے برابر ہے۔ ب کی سطح کا مطالعہ پیمانہ پر کیا جاتا ہے مگر جوفہ میں پارے کی سطح ایک ۲۰ سمر لمبی دھاتی سلاخ کی مدد سے معلوم کی جاتی ہے۔

سلاخ کا ایک سرا جوفہ کی سطح کے برابر کرنے کے بعد دوسرا سرا پیمانہ پر مطالعہ کرتے ہیں۔ یہ سلاخ پیمانہ کے متوازی بآسانی اُوپر نیچے چلائی جا سکتی ہے۔ پارے کا ارتفاع تب ب کے پاس کا پیمانہ کا نشان منفی سلاخ کے اوپر کے سرے کا پیمانہ کا نشان مثبت ۲۰ سمر ہوگا۔

دو یا تین منٹ تک پانی کی تپش مستقل رکھی جائے اور پانی کو خوب ہلایا جائے تاکہ یہ اطمینان ہو سکے کہ جوفہ اور بخار کی تپش پانی کے برابر ہو گئی ہے۔ اب تپش اور سطحات سیماب کا فرق مطالعہ کریں۔ یہ دباؤ اِس تپش پر سیر شدہ بخار کا اعظم دباؤ ہوگا۔

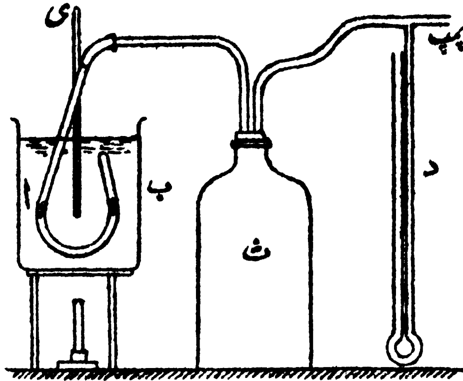
اِس تجربہ میں تمام پارے کی تپش یکساں نہ ہونے کی وجہ سے جو خطا واقع ہوتی ہے اِس کی تصحیح کر لینا ضروری ہے۔ فرض کرو کہ پانی کی سطح سے نلی کے پارے کی بلندی $ب_1$ سنٹی میٹر اور جوفہ کے پارے کی بلندی $ب_2$ سنٹی میٹر ہے (ان پیمائشوں کے لئے سلاخ سے مدد لی جا سکتی ہے)۔ اگر کمرہ کی تپش $ت_1$ اور گرم پانی کی تپش $ت_2$ ہے اور اگر پارے کے پھیلاؤ کی شرح ش = ۰۰۰۱۸۱ء تو

$$\text{صحیح بلندی} = ب = ب_1 + ب_2 - ش\left\{ب_2\, ت_2 + ب_1\left(\frac{ت_1 + ت_2}{2}\right)\right\}$$

پانی کی تپش کو دس دس درجۂ مئی بڑھا کر تجربہ کو کئی بار دُہراؤ۔ بخار کے اعظم دباؤ اور آبی بخار کی تپش کا تعلق دکھانے کے لیے ایک ترسیم تیار کر لی جائے۔

تجربہ ۴۵۔ بلند تپشوں پر پانی کے بخار کا اعظم دباؤ۔ اِس تجربہ میں جو آلہ استعمال کیا جاتا ہے شکل ۱۰۱ میں دکھایا گیا ہے۔ خمیدہ نلی ا کے دونوں بازوؤں میں پارا بھرا ہے اور چھوٹے بند بازو کے اوپر حصہ میں تھوڑا سا پانی اور پانی کا بخار ہے۔ نلی ا کو برتن ب میں رکھ دیا ہے جس میں گلیسرین بھری ہے۔ گلیسرین اِس لئے استعمال کی گئی ہے کہ اگر احتیاط سے کام لیا جائے تو اس کی تپش ۱۰۰ درجۂ مئی سے زیادہ کی جا سکتی ہے۔ نلی ا کو ہوا کے ذخیرہ ث سے جوڑ دیا ہے جو ایک لانا ناپ د سے ملحق ہے۔

ناپ میں پارا بھرا ہے۔ذخیرہ کو ایک ہوا پمپ سے بھی جوڑ دیا ہے تاکہ ذخیرہ



شکل ۱۰۱۔ بلند تپشوں پر پانی کے بخار کا اعظم دباؤ

میں ہوا بھری جا سکے۔(ہوا پمپ شکل ۱۰۱ میں نہیں دکھایا گیا) گلسیرین کی تپش کو تپش پیما ی سے مطالعہ کرتے ہیں۔

گلسیرین کی تپش ۱۰۰° م تک بڑھائی جائے اور پارے کو دونوں بازوؤں میں ہم سطح کر دیا جائے۔ اس وقت پمپ علٰحدہ کر دیا جاتا ہے تاکہ دونوں بازوؤں میں دباؤ کرۂ ہوا کے برابر ہو۔ اس دباؤ کو بارپیما سے مطالعہ کرتے ہیں۔ اب پمپ کو پھر جوڑ دو اور تپش کو ۱۰۵° م تک بڑھاؤ۔ بخار کا دباؤ بڑھ جانے کی وجہ سے نلی کے پارے کی سطحات میں فرق پیدا ہو جائیگا۔ پمپ کے ذریعہ سے ان سطحات کو برابر کر لیا جائے۔ ناپ د میں سطحاتِ سیماب کا فرق مطالعہ کرو اور اس مطالعہ میں کرۂ ہوائی کا دباؤ شامل کر لینے سے نلی کے بخار کا اعظم دباؤ معلوم ہو جاتا ہے۔

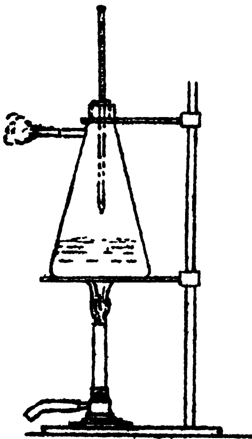
تجربہ کو متعدد تپشوں پر دُہرایا جائے۔ بخار کے اعظم دباؤ اور تپش کا تعلق دکھانے کے لئے ایک ترسیم تیار کر لی جائے۔

مائع کا نقطۂ جوش۔۔فرض کرو کہ کسی کھلے برتن میں پانی بھرا ہے اور

کرۂ ہوائی کا دباؤ ۷۶ سمر سیماب ہے۔ گرم کرنے پر پانی تیزی سے بخار بننے لگتا ہے۔ ۷۶ سمر سیماب دباؤ کے تحت سیر شدہ بخار کی تپش ۱۰۰°م ہوتی ہے لہذا جب پانی اِس تپش پر پہنچتا ہے تو سیر شدہ بخار کے بُلبلے پانی کی سطح کے نیچے بننے لگتے ہیں۔ برتن کی پیندی کے قرب میں پانی پر علاوہ کرہ کے دباؤ کے پانی کا بھی دباؤ ہوتا ہے اس لئے پیندی کے قریب میں بُلبلے اُسی وقت بننے شروع ہونگے جب کہ پانی کی تپش ۱۰۰°م سے کسی قدر زائد ہوجائیگی یعنی پانی کی تپش اُس تپش کے برابر ہوجائے جو اس قدر دباؤ کے تحت سیر شدہ بخار کی ہوتی ہے جتنا کہ پیندی کے پانی پر دباؤ ہے۔ یہ بُلبلے پیندی سے اُٹھنے پر دباؤ کی کمی کی وجہ سے پھیلتے اور سطح پر پہنچتے ہی فوراً غائب ہوجاتے ہیں۔ پانی کی اس حالت کو جوش اور بلبلے بننے کو اُبلنا یا جوش کھانا کہتے ہیں جس تپش پر پانی ۷۶ سمر سیماب دباؤ کے تحت جوش کھاتا ہے اُس کو مائع کا نقطۂ جوش کہتے ہیں اور اس تپش پر بخار کا اعظم دباؤ کرہ ہوائی کے معیاری دباؤ کے برابر ہوتا ہے۔

تجربہ ۴۶۔ محلولات کے نقاطِ جوش — شکل ۱۸۱ کے بموجب آلہ کو ترتیب دے لیا جائے۔

صراحی کو صاف کرنے کے بعد پانی بھر لیا جائے۔ گرم کرنے پر پانی میں بلبلے بننے شروع ہوں گے اور جب تپش نقطۂ جوش کے قریب پہنچ جائیگی تو پیندی پر بلبلے بنینگے۔ یہ بُلبلے اُوپر پہنچنے سے پیشتر ہی پچک جاتے ہیں۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ اُوپر کا پانی کسی قدر سرد ہوتا ہے۔ جب پانی اُبل رہا ہو تو بخار کی تپش مطالعہ کر لی جائے۔ تپش پیما کے جوف کو مائع کے اندر کرنے سے یہ معلوم ہوگا



شکل ۱۸۱۔ مائع کا نقطۂ جوش

کہ جوش کھاتے ہوئے پانی کی تپش بخار کی تپش کے لگ بھگ ہوتی ہے۔

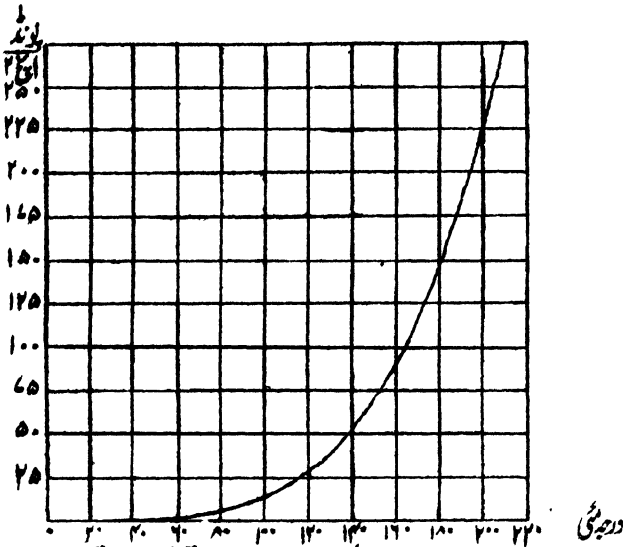
بعض وقت پانی کھد بداہٹ کے ساتھ جوش کھانے لگتا ہے۔ ابتدا میں کچھ دیر تک خاموشی رہتی ہے اور پھر بڑے بڑے بلبلے بنتے ہیں جو پانی کو اوپر اُچھالتے ہیں۔ اِس پانی کے واپس گرنے پر کھد بداہٹ پیدا ہوتی ہے۔ اگر پانی کھد بداہٹ کے ساتھ جوش کھا رہا ہے تو غالباً تپش پیما کچھ زیادہ تپش بتائیگا۔ اگر مٹی کے برتن کے ٹکڑے پانی میں ڈال دیے جائیں تو بلبلے چھوٹے بنینگے اور کھد بداہٹ دُور ہو جائیگی۔

چونکہ بلبلے سیر شدہ بخار کے ہیں لہذا پانی کے جوش کھاتے رہنے تک تپش مستقل رہتی ہے۔

مختلف مقدار میں نمک پانی میں حل کرکے متعدد محلول بنا لئے جائیں مثلاً ۲، ۴، ۶ وغیرہ فی صد مقدارِ نمک۔ ایک ایک محلول کو صراحی میں ڈال کر گرم کیا جائے (شکل ۱۲۲)۔ تپش پیما مائع کی سطح سے اُوپر ہونا چاہیے۔ محلول کے جوش کھانے پر تپش مطالعہ کر لی جائے۔ یہ تپش وہی ہوگی جو صاف پانی کے جوش کھانے کی ہے۔ مگر تپش پیما کو محلول کے اندر کرنے سے معلوم ہوگا کہ محلول کی تپش خالص پانی کی تپش سے زیادہ ہے۔ اس سے نتیجہ نکلتا ہے کہ محلول کا نقطۂ جوش معلوم کرنے کے تجربہ میں تپش پیما کا محلول کے اندر ہونا ضروری ہے۔ اسی طریقہ سے دیگر محلول کے نقاطِ جوش معلوم کر لئے جائیں۔ جس وقت محلول جوش کھانے لگے فوراً ہی تپش مطالعہ کر لینی چاہیئے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ تبخیر کے زیادہ ہونے سے محلول گاڑھا ہو جاتا ہے۔ محلول کی مقدارِ نمک کا تعلق محلول کے نقاطِ جوش کے ساتھ دکھانے کے لئے ایک ترسیم تیار کر لی جائے۔

نقاطِ جوش پر دباؤ کا اثر۔ چونکہ مختلف دباؤ پر سیر شدہ بخار کی تپش بھی مختلف ہوتی ہے اس لئے جس دباؤ کے تحت مائع ہے اُس دباؤ کے متناظر تپشِ سیری تک اگر مائع گرم نہ کیا جائے تو مائع کا جوش کھانا ناممکن ہے۔ اِس سے نتیجہ نکلتا ہے کہ دباؤ کے اضافہ سے نقطۂ جوش بڑھ جاتا ہے۔ پانی ایک کرۂ ہوائی دباؤ کے تحت ۱۰۰° م پر جوش کھاتا ہے۔ اگر دباؤ چھ کرۂ ہوائی

کر دیا جائے تو نقطۂ جوش تقریباً ۲۰۰° م ہو جاتا ہے۔ اور کرۂ ہوائی دباؤ کے تحت پانی صرف ۴۰° م پر جوش کھاتا ہے۔ شکل ۱۰۳ کی ترسیم کے معائنہ



شکل ۱۰۳۔ بخار کے اعظم دباؤ اور تپش کا تعلق

سے معلوم ہو جائیگا کہ کس دباؤ پر پانی کتنے درجۂ مئی پر جوش کھائیگا۔

بارہویں فصل کی مشقیں

۱۔ نقطۂ اماعت سے کیا مراد ہے؟ ایسی چند چیزوں کے نام بتاؤ جو پگھلنے یا منجمد ہونے پر متضاد صفتیں رکھتی ہیں۔

۲۔ نقطۂ اماعت پر دباؤ کی زیادتی کا کیا اثر ہوتا ہے۔ مثال دے کر سمجھاؤ۔

۳۔ نقطۂ اماعت معلوم کرنے کے تجربے بیان کرو۔

۴۔ "اماعت کی حرارتِ مخفی" کسے کہتے ہیں۔

۵۔ یخ کی اماعت کی حرارتِ مخفی دریافت کرنے کا تجربہ بیان کرو۔

۶ ۔ ۰° م پر یخ کا ۸۳ء۲ گرام وزنی ٹکڑا ۳۶۴ مکعب سم پانی میں ڈال دیا گیا ہے جس کی تپش ۲۰° م ہے۔ حرارہ پیما کا آب مساوی ۲۴ گرام ہے۔ آخری تپش کا حساب لگاؤ۔ (یخ کی حرارتِ مخفی ۸۰ حرارے فی گرام ہے)۔

۷ ۔ ایک ٹن پانی سے جس کی تپش ۵۰° م ہے کتنی حرارت اخذ کر لی جائے کہ وہ یخ بن جائے اور اس یخ کی تپش -۶° م ہو؟ یخ کی حرارتِ نوعی ۵۰۲ء۰ حرارہ ہے۔

۸ ۔ پیرافینی موم کی اماعت کی حرارتِ مخفی دریافت کرنے کا تجربہ بیان کرو۔ اور بتاؤ کہ تجربہ کے مطالعات سے نتیجہ کا حساب کیسے لگایا جاتا ہے۔

۹ ۔ بعض ٹھوس چیزوں کے پانی میں حل ہونے پر خنکی اور بعض کے حل ہونے پر گرمی پیدا ہوتی ہے اس کی وجہ بیان کرو اور مثالیں دو۔ انجمادی آمیزہ کی بھی تمثیل بیان کرو۔

۱۰ ۔ سوال ۷ میں خارج شدہ حرارت کے جیل مساوی کا حساب لگاؤ۔ اگر فی گھنٹہ ایک ٹن یخ تیار کی جائے تو بتاؤ کہ کس قدر اسپی طاقت کی ضرورت ہوگی۔

۱۱ ۔ یخ کی حرارتِ مخفی معلوم کرنے کا تجربہ بیان کرو اور بتاؤ کہ صحیح نتائج حاصل کرنے کی غرض سے کیا احتیاطیں کی جائیں۔

۱۰۰ گرام وزنی حرارہ پیما میں ۱۰۰ گرام پانی بھرا ہے جس کی تپش ۱۶° م ہے۔ اور اس میں -۱۰° م کی ۲۰ گرام یخ ڈال دی گئی ہے۔ کیا تمام یخ پگھل جائیگی اور اگر پگھل جائے تو آمیزہ کی آخری تپش کیا ہوگی۔ (یخ کی نوعی حرارت = ۵ء۰ اور تانبے کی نوعی حرارت = ۰۹۴ء۰)

۱۲ ۔ رانگ کا نقطۂ اماعت ۲۳۲° م ہے۔ اس کے اماعت کی حرارتِ مخفی ۱۴ حرارے اور نوعی حرارت ۰۵۵ء۰ ہے۔ بتاؤ کہ ۱۰۰ گرام رانگ کو جس کی ابتدائی تپش ۲۰ درجہ مئی ہے پگھلانے کے لئے کس قدر حرارت کی ضرورت ہوگی۔

۱۳ ۔ تبریدی ترسیم کے معائنہ سے تم کسی چیز کا نقطۂ اماعت کیسے معلوم کرتے ہو۔ سخت پیرافینی موم ۵۴° م پر پگھلتا ہے۔ اِس موم کے ۸۰° م سے ۳۰° م تک ٹھنڈا ہونے کی ترسیم کھینچو۔

۱۴ ۔ کٹی ہوئی یخ اور پانی کا آمیزہ ایک برتن میں بھرا ہے۔ اس برتن میں ایک تپش پیما بھی موجود ہے۔ بتاؤ کہ ذیل کی صورتوں میں تپش پیما کے مطالعہ پر کیا

اثر ہوگا۔

(الف) اگر برتن میں اور پانی ڈال دیا جائے۔

(ب) اگر برتن میں اور یخ ڈال دی جائے۔

(ت) اگر برتن میں مٹھی بھر نمک ڈال دیں اور آمیزہ کو خوب ہلائیں۔

اپنے جواب کے ساتھ وجوہ بھی بیان کرو۔

[جامعۂ ادیلاو]

۱۵۔ اماعت کی حرارتِ مخفی اور آبِ مساوی کی تعریف بیان کرو۔ ٹھوس جسم پگھلنے پر جو حرارت خارج کرتا ہے وہ کہاں چلی جاتی ہے۔

۵۰ گرام وزنی حرارہ پیما میں ۲۰۰ گرام پانی بھرا ہے جس کی تپش ۲۰° م ہے۔ حرارہ پیما میں ۲۰ گرام خشک یخ ڈال دی جاتی ہے آمیزہ کو خوب ہلانے پر آخری تپش ۱۱° م ہوتی ہے۔ اگر تانبے کی نوعی حرارت ۰.۰۹۵ ہے تو یخ کی حرارتِ مخفی کا حساب لگاؤ۔

[جامعۂ عثمانیہ]

۱۶۔ (ا) بند برتن (ب) کھلے برتن میں تبخیر کی کیفیت کو بالتفصیل بیان کرو۔

۱۷۔ سیر شدہ اور ناسیر شدہ بخار میں فرق کیا ہے۔ ایک برتن میں اول کچھ چیز نہیں ہے اور اس کی تپش مستقل ہے۔ اگر برتن میں اسی تپش پر کچھ مائع داخل کردیں تو بتاؤ کہ تمام مائع بخار بن جائیگا یا نہیں۔ اپنے جواب کے ساتھ وجوہ بھی بیان کرو۔

۱۸۔ ایک کرۂ ہوائی کے مستقل مطلق دباؤ کے تحت پانی کے ایک پونڈ بخار کو ۱۰۰° م سے ۱۵۰° م تک پُرگرم کرنے کے لئے کس قدر حرارت کی ضرورت ہے۔ نوعی حرارت ۰.۴۲ ہے۔ اگر بخار کامل گیسوں کے کلیوں کے بموجب عمل کرتا ہے تو بتاؤ کہ آخری حجم کیا ہوگا جب کہ ابتدائی حجم ۲۶.۷ مکعب فٹ ہے۔

۱۹۔ بیان کرو کہ تم کمرہ کی تپش پر الکوہل کے بخار کا اعظم دباؤ کیسے معلوم کروگے۔ کیا ہوا کے حجم کا تمہارے تجربہ کے نتیجہ پر کچھ اثر ہوتا ہے۔

۲۰۔ شکل ۱۰۱ کے آلہ سے پانی کے بخار کا اعظم دباؤ معلوم کیا گیا ہے۔

ذیل کے مطالعات سے دباؤ کا حساب لگاؤ۔ برتن کے پانی کی تپش ۸۰° م۔ برتن کے پانی کی اور جوف کے پارے کی سطحات کا فرق ۲۲٫۵ سمر۔ برتن کے پانی کی اور نلی کے پارے کی سطحات کا فرق ۲۶٫۳ سمر۔ احول کی تپش ۲۰° م۔ (پارے کے پھیلاؤ کی شرح ۰٫۰۰۰۱۸)۔

۲۱۔ ایک کرۂ ہوائی سے کے گردو کرۂ ہوائی مطلق دباؤ کے تحت پانی کے بخار کا اعظم دباؤ معلوم کرنے کا تجربہ بیان کرو اور ایسی صورت بتاؤ کہ بخار کی موجودگی میں مائع تبدیل حالت سے باز رہے۔

۲۲۔ مائع کے نقطۂ جوش کی تعریف کرو۔ ایک کھلے برتن میں نل کا پانی بھرا ہے جس کی ابتدائی تپش ۱۵° م ہے۔ پانی کو جہاں تک ممکن ہے گرم کرو۔ اور تفصیل کے ساتھ بیان کرو کہ برتن میں کیا کیا تغیرات واقع ہونگے۔ پانی میں کچھ نمک ملا دینے سے آخری تپش پر کیا اثر ہوگا۔ پانی کی کھدبداہٹ کے ساتھ جوش کھانے کی توجیہ کرو۔

۲۳۔ سیر شدہ اور ناسیر شدہ بخار میں کیا فرق ہے۔ ایک اسطوانہ میں جس میں فشارہ لگا ہے صرف اتنا مائع داخل کیا جاتا ہے جو اسطوانہ کے خلا کو بخار سے سیر کردے اسطوانہ کی تپش ۲۰ درجہ مئی ہے۔
ذیل کی صورتوں میں جو واقع ہوتا ہے اُس کی تشریح کرو:۔

(ا) اگر فشارہ اُوپر چلایا جائے تاکہ بخار کا حجم بڑھ جائے۔
(ب) اگر فشارہ کو نیچے دبایا جائے تاکہ بخار کا حجم کم ہو جائے۔
(ت) بخار کے اول حجم کو مستقل رکھتے ہوئے تپش ۳۰° م تک بڑھا دی جائے۔
(د) اگر تپش ۱۰° م بڑھا دی جائے۔

[جامعۂ کلکتہ]

۲۴۔ اگر ۰° م پر برف کی کثافت ۰٫۹۱۷ مان لی جائے تو حساب لگاؤ کہ (ا) تازہ پانی میں (کثافت = ۱) اور (ب) سمندر کے پانی میں (کثافت = ۱٫۰۳) برف کتنی ڈوبیگی۔

۲۵۔ بنسن کے برفی حرارہ پیما کی امتحانی نلی میں ۹۸° م پر ۳٫۵ گرام ایک

شے ڈال دی جاتی ہے اور پارا ۲ء۰ مکعب سمر پیچھے ہٹ جاتا ہے تو نوعی حرارت کا حساب لگاؤ۔ ۰°م پر یخ کی کثافت = ۰ء۹۱۷ اور پانی کی حرارتِ مخفی = ۸۰ حرارے فی گرام۔

۲۶۔ بنسنی یخ حرارہ پیما کی تشریح کرو اور بتاؤ کہ کسی چیز کی نوعی حرارت اس آلہ سے کیسے معلوم کی جاتی ہے۔ ایک چیز کی ۶ء۹ گرام کمیت ۱۰۰°م تک گرم کرنے پر حرارہ پیما میں ڈال دی جاتی ہے۔ پارا ۳ء۸ سمر پیچھے ہٹتا ہے جب کہ شعری نلی کی عمودی تراش ایک مربع سمر ہے۔ اگر ایک گرام پانی منجمد ہونے پر ۰ء۰۹۱۸ مکعب سمر پھیلتا ہے اور ۸۰ حرارے خارج کرتا ہے تو اس چیز کی نوعی حرارت کا حساب لگاؤ۔

―――(✤)―――

تیرہویں فصل

بخارات کے خواص (باقیماندہ)

بخار اور کامل گیس کے آمیزہ کا دباؤ — اگر کسی برتن میں بخار اور کامل گیس کا آمیزہ بھرا ہے تو آمیزہ کا دباؤ بخار اور کامل گیس کے دباؤ کے مجموعہ کے برابر ہوگا۔ یعنی ہر ایک کا دباؤ اِتنا ہوتا ہے گویا کہ وہ ظرف میں تنہا موجود ہے۔ یہ اصول اُسی حالت میں درست سمجھنا چاہیے جب کہ آمیزہ کے متفرق اجزا میں کسی قسم کا کیمیائی تعامل نہ ہوتا ہو۔ یہ کُلیہ **کہ کسی بخار کا دباؤ کسی دیگر بخار یا گیس کی موجودگی سے متاثر نہیں ہوتا** ڈالٹن[1] کے نام سے موسوم ہے۔ سب سے اول ڈالٹن نے اس کُلیہ کو بیان کیا گو بعد میں رینیو[2] نے تجربہ سے اس کو ثابت کیا۔ یہ کُلیہ اُسی کُلیہ کے مطابق ہے جو دو کامل گیسوں پر حاوی ہے۔

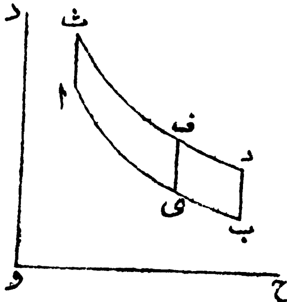
اگر کامل گیس کے علاوہ برتن میں کچھ مائع بھی ہے تو مائع کے اُوپر کی فضا اُس بخار سے سیر شدہ ہوگی جو مائع سے نکلتا ہے اور اس فضا میں تپش اور دباؤ کے حالات مستقل رہیں گے اور مستقل تپش پر آمیزہ کا مجموعی دباؤ بھی مستقل ہوگا۔ یہ مجموعی دباؤ اعظم بخاری دباؤ اور کامل گیس کے دباؤ کا مجموعہ ہے۔ گر برتن کو گرم کرنے سے کچھ مائع بخار بن جائیگا اور اس نئی تپش پر بھی بخار سیر شدہ رہیگا۔ چونکہ تپش کے زیادہ ہونے پر سیر شدہ بخار کا دباؤ بھی زیادہ ہوتا ہے اور چونکہ کامل گیس کا دباؤ بھی تپش کی زیادتی کی وجہ سے بڑھتا ہے لہذا آمیزہ کا مجموعی دباؤ بڑھ جائیگا۔

مذکورہ بیان سے واضح ہوگیا ہے کہ کسی بخار کا دباؤ معلوم کرنے کے تجربہ میں یہ ضروری ہے کہ برتن میں صرف بخار ہی موجود ہو اور ہوا یا گیس وغیرہ قطعاً نہ ہو ورنہ تجربہ کے مطالعات غلط ہونگے اور بخار کا دباؤ صحیح نہ معلوم ہوسکیگا۔

[1] Dalton [2] Regnault

کامل گیس اور سیر شدہ بخار کے آمیزہ کا ہم تپشی خط

کلیۂ بائل کی مدد سے کامل گیس کی ایک مخصوص مقدار کے لئے ہم تپشی خط اب دباؤ اور حجم کی شکل ۱۰۴ میں کھینچا گیا ہے۔ اگر اسی مستقل تپش پر گیس میں سیر شدہ بخار ملا دیا جائے تو کامل گیس کے دباؤ میں سیر شدہ بخار کا دباؤ اضافہ کرنے سے آمیزہ کا ہم تپشی خط ث د بن جائیگا جیسا کہ ا ث = ب د = ی ف = بخار کا مستقل دباؤ، لہذا ث ف اور د کو ملانے سے ہم تپشی خط ث د بنتا ہے۔ شکل میں دونوں خطوں پر مساوی دباؤ کے تناظر نقطوں کو دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ اب خط ث د کے مقابلہ میں زیادہ ڈھلواں ہے۔ اگر کامل گیس کو ایسے اسطوانہ میں بھر کر پچکایا جائے جس میں فشارہ لگا ہوا ہو تو بستگی نہ ہوگی مگر

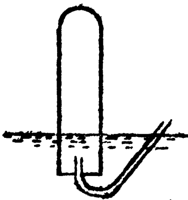


شکل ۱۰۴ - سیر شدہ بخار اور گیس کے آمیزہ کا ہم تپشی خط

دباؤ نہایت تیزی سے بڑھیگا۔ اگر اسی اسطوانہ میں کامل گیس اور سیر شدہ بخار کا آمیزہ پچکایا جائے تو پچکاؤ کے متواتر عمل سے کچھ بخار بستہ ہو جائیگا۔ حاصل شدہ مائع کا حجم ناقابل لحاظ ہے اور دباؤ بخار کی عدم موجودگی کی حالت کی بہ نسبت کمتر سرعت سے بڑھتا ہے۔

گیسوں کو پانی کے اوپر جمع کرنا۔ اگر کسی درجہ بند برتن میں پانی کے اوپر گیس جمع کی جائے (شکل ۱۰۵) تو برتن میں تجربہ کی تپش پر سیر شدہ گیس اور آبی بخار کا آمیزہ ہوگا۔ اگر اتنی گیس جمع کریں کہ پانی برتن کے اندر اور باہر ایک ہی سطح پر ہو تو آمیزہ کا دباؤ کرۂ ہوائی کے برابر ہوگا۔ یہ حالت شکل میں بار پیما سے دکھائی گئی ہے۔

فرض کرو کہ آمیزہ کا پیمائش شدہ حجم = ح مکعب سمر معیاری دباؤ اور تپش کے ماتحت خشک


شکل ۱۰۵ - گیس کا پانی کے اوپر جمع ہونا

گیس کا حجم = $ح_۱$ مکعب سمر
مطالعۂ بار پیما = $ح_ب$ مکعب سمر
پانی کی تپش = ت° م
تپش ت° پر سیر شدہ آبی بخار کا دباؤ (فہرست صفحہ ۲۳۱) = $ح_س$ سمر سیماب
گیس اور آبی بخار کا مجموعی دباؤ = $ح_ب$ سمر
لہٰذا ت° م پر خشک گیس کے پیمائش شدہ حجم کا دباؤ = $ح_ب - ح_س$

چونکہ کلیہ کے رُو سے $\frac{ح_۱ د_۱}{ت_۱} = \frac{ح_۲ د_۲}{ت_۲}$ لہٰذا $\frac{(ح_ب - ح_س)\, ح_۱}{ت + ۲۷۳} = \frac{۷۶\, ح_۲}{۲۷۳}$

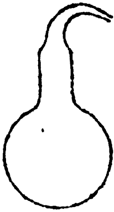
$$\therefore\ ح_۲ = \frac{ح_۱ (ح_ب - ح_س)\, ۲۷۳}{۷۶ (ت + ۲۷۳)}$$

بخاری کثافت — چونکہ اکائی حجم کی کمیتِ مادّہ کو کثافت کہتے ہیں اس لئے بخار کی کثافت بھی اکائی حجم کی کمیتِ مادّہ ہونی چاہیے۔ مگر یہ یاد رہے کہ گیس نہایت ہی ہلکی چیز ہے لہٰذا اس کے اکائی حجم کی کمیتِ مادّہ بھی بہت ہی قلیل مقدار میں ہوگی اس لئے ایک لیٹر یعنی ایک ہزار مکعب سمر کی کمیتِ مادّہ کو بخاری کثافت مان لیا گیا ہے۔ بخاری کثافت کو کسی خاص گیس مثلاً خشک ہوا، آکسیجن، ہائیڈروجن، وغیرہ، کے لحاظ سے بیان کیا جاتا ہے، یعنی مخصوص دباؤ اور تپش کے تحت بخار اور ہوا کے مساوی حجموں کی کمیتِ مادّہ کی نسبت کو بخاری کثافت کہتے ہیں۔ ۰° م اور ۷۶ سمر سیمابی دباؤ کے تحت چند معیاری گیسوں کی کثافتیں ذیل میں درج ہیں:—

خشک ہوا ۰٫۰۰۱۲۹۳ گرام فی مکعب سمر
خشک ہائیڈروجن ۰٫۰۰۰۰۸۹۸۷ گرام فی مکعب سمر
خشک آکسیجن ۰٫۰۰۱۴۲۹ گرام فی مکعب سمر

تجربہ ۲۷ — ناسیر شدہ بخار کی کثافت دریافت کرنے کا ڈوما کا طریقہ — ا شیشہ کا

ایک جوفہ ہے جس کا منہ ایک نہایت ہی باریک نلی کا بنا ہے (شکل ۱۰۶) جوفہ میں کمرہ کی تپش اور دباؤ کے تحت ہوا بھری ہے۔ جوفہ کا وزن کر لو اگر اس وزن میں سے صراحی کے حجم کے برابر ہوا کا اچھال منہا کر دیں تو جوفہ کے مادہ کا وزن باقی بچیگا گویا کہ جوفہ کو خلاء میں تول کر معلوم کیا گیا۔



شکل ۱۰۶۔ ڈوما کا جوفہ

فرض کرو

صراحی کا وزن جو مشاہدہ ہوا ہے = و۱ گرام

جوفہ کا وہ وزن جو خلا میں تولنے پر حاصل ہو = و۳ گرام

جوفہ کے حجم کے برابر ہوا کا اچھال = و۲ گرام

کمرے کی تپش = ت° م

بارپیما کا مطالعہ = ح_ب سمر سیماب

تو و۱ + و۳ = و۲

یا و۱ = و۳ − و۲ ——————— (۱)

جس شے کی کثافت دریافت کرنا مقصود ہے (مثلاً الکوہل وغیرہ) وہ تھوڑی سی (۲ مکعب سمر) جوفہ میں داخل کر دی جائے اور جوفہ کو ایک دھاتی فریم کی مدد سے پانی میں ڈبو دیا جائے۔ اب پانی کو اتنا گرم کرو کہ سب مائع بخار بن جائے تاکہ جوفہ میں صرف بخار ہی ہو اور مائع بالکل نہ ہو۔ اس بخار کی تپش سو درجہ مئی اور دباؤ ح_ب سمر سیماب ہے۔ یہ تپش الکوہل کے بخار کی تپش سیری سے جو کرۂ ہوائی کے معمولی دباؤ کے تحت ہونی چاہیے کہیں زیادہ ہے اس لئے بخار ناسیر شدہ ہے۔ جوفہ کو سر بمہر کر دو اور کمرہ کی تپش تک ٹھنڈا ہونے دو۔ جوفہ کو اب پھر وزن کر لو۔ اگر اس وزن میں سے جوفہ کے بیرونی حجم کے برابر ہوا کا اچھال منہا

کر دیں تو بقیہ وزن جوفہ کے مادّہ ب کے وزن (خلا میں) اور بخار کے وزن کے برابر ہوگا۔

فرض کرو

جوفہ اور بخار کا وزن $= و_{3}$ گرام

بند جوفہ کے حجم کے برابر ہوا کے حجم کا اُچھال $= و_{5}$ گرام

مظروف بخار کا وزن یا اُس مائع کا وزن جو
اُس بخار کے بستہ ہونے سے بنا ہے $= و_{6}$ گرام

لہٰذا $و_{4} + و_{5} = و_{3} + و_{6}$

یا $و_{4} = و_{3} + و_{6} - و_{5}$ ——— (۲)

مساوات نمبر ۱ و ۲ سے

$و_{3} - و_{1} = و_{6} - (و_{5} - و_{2})$ ——— (۳)

اب ح سمر سیماب اور ت° تپش کے تحت جوفہ کے اندر جس قدر ہوا سما سکتی ہے اُس کی کمیتِ مادہ $(و_{5} - و_{2})$ ہے۔ اندرونِ جوفہ کا حجم ذیل کے طریقہ سے معلوم کرتے ہیں۔ صراحی کو پانی میں ڈبو کر اُس کی گردن توڑ دو اور جب جوفہ پانی سے بھر جائے تو جوفہ کا وزن کرو (شیشہ کے ٹکڑے بھی جوفہ کے ساتھ ہی وزن کر لینے چاہئیں)۔

فرض کرو کہ یہ مشاہدہ شدہ وزن $= و_{7}$ گرام

تو مظروف پانی کا وزن $= (و_{7} - و_{1})$ گرام

∴ اندرونِ جوفہ کا حجم $= (و_{7} - و_{1})$ مکعب سمر ——— (۴)

فرض کرو کہ تپش ت اور دباؤ ح کے تحت جوفہ کے اندر کی ہوا کی کثافت ک' اور معیاری تپش اور دباؤ کے تحت ک̄ ہے تو مساوات نمبر ۵ صفحہ ۲۲۲ سے

$$ک' = \frac{۲۷۳\ ح\ \bar{ک}}{۷۶\ (۲۷۳ + ت)}$$

∴ مظروف ہوا کا وزن $= (و_{7} - و_{1}) \dfrac{۲۷۳\ ح\ \bar{ک}}{۷۶\ (ت + ۲۷۳)}$ ——— (۵)

مساوات (۳) میں $(و_{5} - و_{2})$ کی جگہ مذکورۂ بالا لکھنے پر

$$\text{و}_{۴} - \text{و}_{۱} = \text{و}_{۶} - \frac{۲۷۳\ \text{ح}_{\text{پ}}\ \text{ک}_{\text{ب}}\ (\text{و}_{۲} - \text{و}_{۱})}{۷۶\ (\text{ت} + ۲۷۳)}$$

$$\text{یا}\quad \text{و}_{۶} = \text{و}_{۴} - \text{و}_{۱} + \frac{۲۷۳\ \text{ح}_{\text{پ}}\ \text{ک}_{\text{ب}} \times (\text{و}_{۲} - \text{و}_{۱})}{۷۶\ (\text{ت} + ۲۷۳)}\ \text{گرام} \quad \text{———}(۶)$$

ح_پ سمر سیماب اور ۱۰۰°م کے تحت بخار کی اس کمیت کا حجم (و۲ − و۱) مکعب سمر ہے لہٰذا اس تپش اور دباؤ پر الکوہل کی بخاری کثافت

$$\text{ک}_{۱۰۰} = \frac{\text{و}_{۴} - \text{و}_{۱}}{\text{و}_{۲} - \text{و}_{۱}} + \frac{۲۷۳\ \text{ح}_{\text{پ}}\ \text{ک}_{\text{ب}}}{۷۶\ (\text{ت} + ۲۷۳)}\ \text{گرام فی مکعب سمر} \quad \text{—}(۷)$$

طبعی دباؤ اور تپش کے تحت ہائیڈروجن کی کثافت ۰٫۰۰۰۰۸۹۸۷ گرام فی مکعب سمر ہے لہٰذا ح_پ سمر سیماب اور ۱۰۰°م کے تحت کثافت

$$\text{ک}_{\text{ح}} = \frac{۲۷۳\ \text{ح}_{\text{پ}}}{۷۶\ (۲۷۳ + ۱۰۰)} \times ۰٫۰۰۰۰۸۹۸۷$$

$$= ۰٫۰۰۰۰۰۰۸۶۵۴\ \text{ح}_{\text{پ}}\ \text{گرام فی مکعب سمر} \quad \text{———}(۸)$$

لہٰذا ح_پ سمر سیماب اور ۱۰۰°م کے تحت الکوہل کی بخاری کثافت، ہائیڈروجن کے لحاظ سے

$$(\text{کثافت})_{۱۰۰} = \frac{\text{ک}_{۱۰۰}}{۰٫۰۰۰۰۰۰۸۶۵۴\ \text{ح}_{\text{پ}}} \quad \text{— — — —}(۹)$$

اگر یہ مان لیں کہ الکوہل کا بخار کلیہ ہائے کامل گیس کے بموجب پھیلتا اور سکڑتا ہے تو طبعی دباؤ اور تپش کے تحت اس کی کثافت

$$\text{ک}_{۰} = \frac{۷۶ \times ۳۷۳}{\text{ح} \quad ۲۷۳}\ \text{ک}_{۱۰۰}\ (\text{صفحہ } ۱۶۱) \ldots\ldots\ldots (۱۰)$$

طبعی دباؤ اور تپش کے تحت بخاری کثافت بلحاظ ہائیڈروجن

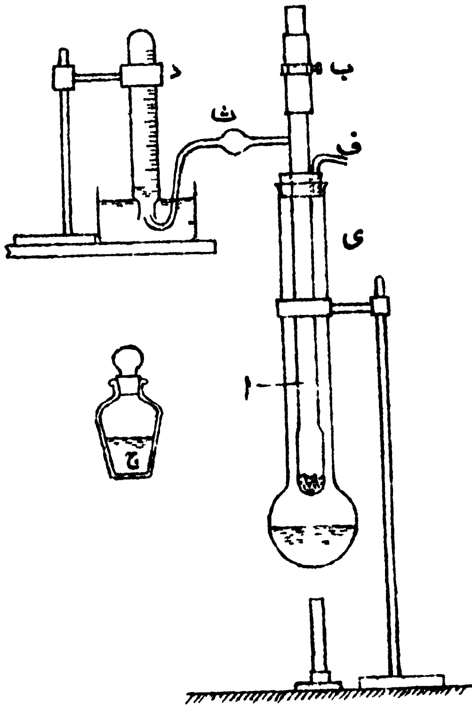
$$(\text{کثافت})_{۰} = \frac{\text{ک}_{۰}}{۰٫۰۰۰۰۸۹۸۷} \quad \text{— — — — —}(۱۱)$$

تجربہ ۴۸ — وکٹر میئر[1] کے طریقہ سے تاسیر شدہ

---

[1] Victor Meyer

بخار کی بخاری کثافت ــــ ا شیشہ کی نلی ہے جس کے آخری سرے پر ایک جوفہ (شکل ۱۰۷۔ا)۔ اس نلی کا بالائی سرا ربر کی نلی کے ذریعہ سے ایک اور



شکل ۱۰۷ ـ وکٹر میئر کا آلہ بخاری کثافت دریافت کرنے کیلئے

چھوٹی نلی سے جوڑا ہے جس میں ڈاٹ ب لگی ہے۔ یہ نلی ہوا میں کھلی رہتی ہے ا میں ایک شاخ ث ہے جس کا کچھ حصہ کشادہ ہے۔ ث کا منہ پیمانہ د کے اندر کر دیا ہے اور یہ پیمانہ ایک پانی کے برتن میں اُلٹا رکھا ہے۔ ا کو شیشے یا تانبے کے برتن ی کے اندر رکھتے ہیں اور برتن میں کسی قدر پانی بھر دیتے ہیں۔ پانی

کے جوش کھانے پر ا کے جوفہ کی تپش ۱۰۰° م ہوتی ہے۔ اور بھاپ ف کے راستہ سے خارج ہوتی رہتی ہے۔

جس مائع (مثلاً الکوہل) کے بخار کی کثافت دریافت کرنا مقصود ہے اُس کو ایک چھوٹی شیشی ج میں بھر کر ا کے بالائی سرے سے جوفہ میں ڈال دیتے ہیں اور چٹکی کو فوراً بند کر دیتے ہیں۔ جوفہ میں اول ہی سے آسبسطوس روئی بھری ہے تاکہ شیشی کے گرنے سے جوفہ کو ضرب نہ آسکے۔ اور شیشی میں کھردری ڈاٹ لگائی جاتی ہے تاکہ بخار کا دباؤ کرۂ کے دباؤ سے جونہی زیادہ ہو ڈاٹ فوراً نکل جائے چونکہ پانی کے کچھ دیر تک اُبلتے رہنے کے بعد شیشی ا میں ڈالی گئی ہے اس لئے مائع فوراً ہی بخار بن جائیگا اور ا کی ہوا کو باہر نکالیگا۔ جس قدر ہوا ا سے خارج ہو کر شاخ ث کے راستہ سے د میں پہنچی ہے وہ پیمانہ پر باسانی مطالعہ کی جا سکتی ہے۔ ہوا کا یہ حجم چند تصحیحات کے بعد بخار کے حجم کے برابر ہوگا۔

فرض کرو کہ

ہوا سے بھری ہوئی شیشی اور ڈاٹ کا وزن = و گرام

الکوہل بھری شیشی اور ڈاٹ کا وزن = و۲ گرام

تپش ت اور دباؤ ح پ پر جمع شدہ ہوا کا حجم = ح مکعب سمر

مطالعہ بار پیما = ح پ سمر سیماب

کمرہ کی تپش = ت° م

چونکہ سب الکوہل بخار بن گیا ہے اس لئے بخار کا وزن شیشی کے الکوہل کے برابر ہے۔

بخار کا وزن = و۲ − و گرام .... (۱)

پیمانہ د میں ہوا خشک نہیں ہے بلکہ ہوا اور سیر شدہ آبی بخار کا آمیزہ ہے۔ صفحہ ۳۲۱ کی فہرست سے تپش ت پر سیر شدہ آبی بخار کا دباؤ ح ب معلوم کر لیا جائے۔ اگر آبی بخار موجود نہ ہوتا تو (ح پ − ح س) سمر سیماب دباؤ کے تحت خشک ہوا پورے حجم ح میں بھری ہوتی۔ مگر صورت موجودہ میں بجائے (ح پ − ح س) کے دباؤ ح پ ہے لہٰذا اس دباؤ ح پ اور تپش

ت کے تحت ہوا کا حجم ح۱ کلیۂ بائیل کی مدد سے معلوم ہو سکتا ہے۔

(سب - سن) ح = حب ح۱

∴ ح۱ = (حب - حن / حب) ح کمعب سم .... (۲)

مساوات ۱ اور ۲ سے حب سم اور ۱۰۰° م پر الکوہل کے بخار کی کثافت

ک۱۰۰ = (م۲ - م۱) حب / (حب - حن) ح گرام فی کمعب سم ..... (۳)

چونکہ تپش سیری سے بخار کی تپش کہیں زیادہ ہے اس لئے اس میں جو بخار بنتا ہے وہ ناسیر شدہ ہوتا ہے۔ اگر یہ مان لیں کہ کلیہ ہائے شارل و بائیل کے بموجب یہ بخار پھیلتا اور سکڑتا ہے تو ۷۶ سم سیماب اور صفر درجۂ مئی پر کثافت مساوات ۲ صفحہ ۱۶۱ سے معلوم ہو جائیگی۔

ک۰ = ۷۶ (ت + ۲۷۳) / ح ۲۷۳ ک۱۰۰ گرام فی کمعب سم .... (۴)

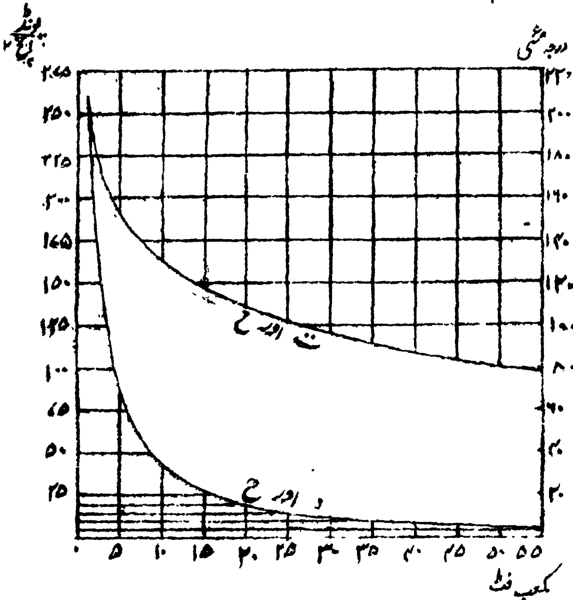
بخار کی کثافت بلحاظ ہائیڈروجن (طبعی تپش اور دباؤ کے ماتحت)

ک۰ = ک / ۰.۰۰۰۰۸۹۸۷ .... (۵)

سیر شدہ بخار کا نوعی حجم — تجربہ کے ذریعہ سیر شدہ بخار کی کثافت دریافت کرنا ذرا وقت طلب ہے۔ لہٰذا اس کو راست تجربہ سے دریافت کرنے کی کوشش نہیں کی جاتی ہے بلکہ ایسے ذرائع اختیار کئے جاتے ہیں کہ دیگر تجربات کے نتائج سے اس کثافت کا حساب لگایا جاسکے۔

مخصوص تپش اور دباؤ کے تحت گیسی حالت میں کسی شے کی اکائی کمیت کے حجم کو نوعی حجم کہتے ہیں۔ چونکہ مخصوص تپش پر سیر شدہ بخار کا دباؤ بھی مخصوص ہوتا ہے لہٰذا سیر شدہ بخار کے نوعی حجم بیان کرنے میں صرف تپش کا ہی بتا دینا کافی ہے۔ اگر سیر شدہ بخار کی کثافت ک گرام

فی مکعب سم ہے تو اس کا نوعی حجم $\frac{1}{ث}$ مکعب سم فی گرام ہوگا۔
مختلف تپشوں اور دباؤں پر پانی کے سیر شدہ بخار کا نوعی حجم شکل ۱۰۸ کی ترسیم میں دکھایا ہے۔

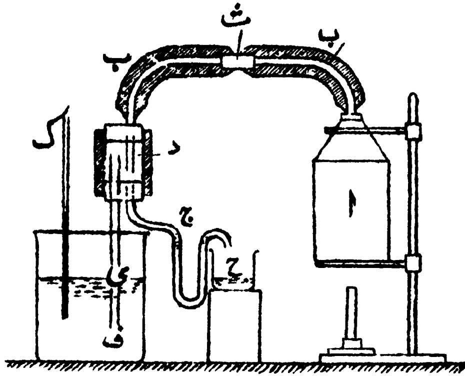


شکل ۱۰۸۔ سیر شدہ بخار کے نوعی حجم۔ دباؤ اور تپش کا تعلق

تبخیر کی حرارتِ مخفی۔ مستقل دباؤ کے تحت جب کوئی مائع بخار بنتا ہے تو اس کی تپش میں تغیر نہیں ہوتا۔ تبخیر کی حرارتِ مخفی اُس مقدارِ حرارت کو کہتے ہیں جو مستقل تپش پر کسی مائع کی اکائی کمیت مادہ کو بخار بنانے کے لئے درکار ہوتی ہے۔

تجربہ ۴۹۔ ایک کرۂ ہوائی کے تحت اُبلتے ہوئے پانی کی حرارتِ مخفی۔ (شکل ۱۰۹) میں ا تانبے کا جوشدان ہے جس میں پانی بنسنی شعلہ سے گرم کیا جاتا ہے۔ جوشدان کے منہ پر ایک نلی ب لگی ہے۔ اس نلی کے دو حصے ہیں جو

ربر کی نلی کے ٹکڑے ش سے جوڑے ہیں۔ نلی ب اور کشادہ نلی د کے



شکل ۱۰۹۔ پانی کی تبخیر کی حرارت مخفی دریافت کرنے کا آلہ

چاروں طرف فلالین یا کوئی اور غیر موصل شے لپٹی ہے تاکہ نلی میں سے گزرنے والی بھاپ بستہ نہ ہونے پائے۔ ب کے سرے کو کشادہ نلی کے پیندے تک ترتیب دے لیا ہے۔ جوشدان سے بھاپ نلی ب سے ہوتی ہوئی د میں پہنچتی ہے جہاں سے یہ حرارہ پیما ف میں ی کے راستہ سے چلی جاتی ہے۔ حرارہ پیما میں پانی کی ایک مخصوص مقدار موجود ہے۔ د میں ایک اور نلی ج بھی لگی ہے تاکہ جب پانی کشادہ نلی د میں جمع ہو تو گلاس ح میں چلا جائے۔ نلی ج کی شکل اس قسم کی ہے کہ اس میں ہمیشہ کچھ نہ کچھ پانی موجود رہتا ہے جس کی وجہ سے بھاپ ج کے راستہ سے خارج نہیں ہونے پاتی۔ کشادہ نلی سے فائدہ یہ ہے کہ حرارہ پیما میں بھاپ خشک پہنچتی ہے اور پانی نہیں جانے پاتا۔ حرارہ پیما کے پانی کی تپش تپش پیما ک سے ظاہر ہوتی ہے۔

خالی حرارہ پیما کو وزن کر لو۔ اب حرارہ پیما میں کسی قدر پانی ڈالو اور پھر وزن کر لو تاکہ پانی کا وزن معلوم ہو جائے۔ پانی کی تپش مطالعہ

کر لی جائے۔ جوشدان کے پانی کو خوب گرم کرو اور تین چار منٹ تک بھاپ خارج ہونے کے بعد نلی ی کو حرارہ پیما کے پانی میں داخل کر دو (اس فعل میں پڑکی نلی ث سہولت پیدا کر دیتی ہے) اور تپش مطالعہ کرتے رہو۔ حرارہ پیما میں اس قدر بھاپ گزارو کہ تپش ۲۰ درجۂ مئی بڑھ جائے۔ نلی ی کو حرارہ پیما سے نکال لو اور پانی کی تپش مطالعہ کرلو۔ حرارہ پیما اور اس کے مافیہ کو اب وزن کرنے سے اس بھاپ کا وزن معلوم ہو جائیگا جو بستہ ہوئی ہے۔

فرض کرو کہ

خالی حرارہ پیما کی کمیت = و گرام

حرارہ پیما کے مادّہ کی نوعی حرارت = ن

مستعملہ پانی کی کمیت = م_1 گرام

بستہ شدہ بھاپ کی کمیت = م_2 گرام

پانی کی ابتدائی تپش = ت_1°م

پانی کی آخری تپش = ت_2°م

۱۰۰°م پر سیر شدہ آبی بخار کی حرارت مخفی = م حرارے

بھاپ ۱۰۰°م پر بستہ ہوتے ہیں اس سے حرارت مخفی خارج ہوئی ہے اور بھاپ سے حاصل شدہ پانی سے بھی سو درجۂ مئی سے ت_2 تک ٹھنڈا ہونے میں کچھ حرارت خارج ہوئی ہے۔ اگر یہ مان لیں کہ تمام خارج شدہ حرارت حرارہ پیما اور اس کے پانی م_1 میں جذب کر لی گئی ہے تو

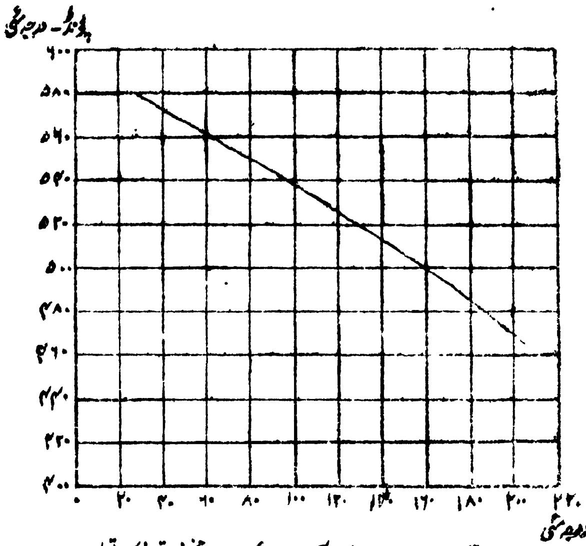
$$\text{م}_2\left\{\text{م} + (100 - \text{ت}_2)\right\} = (\text{م}_1 + \text{و}\,\text{ن})(\text{ت}_2 - \text{ت}_1)$$

$$\therefore \text{م} = \left(\frac{\text{م}_1 + \text{و}\,\text{ن}}{\text{م}_2}\right)(\text{ت}_2 - \text{ت}_1) - (100 - \text{ت}_2) \text{ حرارے فی گرام بھاپ}$$

کثیر تجربوں سے معلوم ہوا ہے کہ ایک کرۂ ہوائی دباؤ اور سو درجۂ مئی کے تحت ایک گرام بھاپ کی حرارتِ مخفی ۵۳۹ حرارے ہے۔ اپنے تجربہ کے نتیجہ کا مقابلہ اس عدد سے کر لو۔

صفر درجۂ مئی سے لے کر ۲۱۰ درجۂ مئی تک کسی تپش پر پانی کے سیر شدہ بخار کی حرارتِ مخفی شکل ۱۱۰ کی ترسیم سے معلوم ہو جائیگی۔ یہ ملاحظہ کر لینا چاہیے

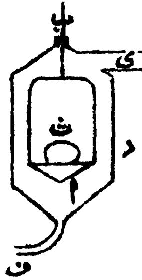
کہ تپش کے زیادہ ہونے پر حرارتِ مخفی کم ہو جاتی ہے۔



شکل ۱۱۱ - سیر شدہ آبی بخار کی حرارت مخفی اور تپش کا تعلق۔

تجربہ ۵ - ایتھر کی تبخیر سے پانی کا جم جانا - میز پر کچھ پانی گرا دو اور ایتھر بھر کر گلاس کو پانی کے بیچ میں رکھ دو۔ دھونکنی سے ہوا گلاس کے اندر تیزی سے پہنچائی جائے تاکہ ایتھر جلدی سے بخار بن جائے۔ اندر حرارت اس قدر جلد مخفی ہو جائیگی کہ ایتھر کی تبخیر کی وجہ سے پانی جم جائیگا۔

جولی کا بھاپی حرارہ پیما - باریک تار ب کے ذریعہ سے ایک حساس ترازو کا پلڑا ا بند برتن د میں لٹکا ہے (شکل ۱۱۲) - پلڑے میں وہ شے ث رکھی جاتی ہے جس کی نوعی حرارت دریافت کرنا مقصود ہے۔ جوشدان سے بھاپ ی سے ہوتی ہوئی د میں داخل ہوتی ہے اور ف سے خارج ہو جاتی ہے۔ بھاپ کا تکثیف شدہ پانی بھی ف کے راستہ سے باہر چلا جاتا ہے۔ پیرس پلاسٹر کی ایک ڈاٹ ج پر لگا دی ہے تاکہ تار ب کی آزادانہ انتصابی حرکت میں بھاپ کا پانی مخل نہ ہو - اس ڈاٹ سے آگے پلاٹینم کے



شکل ۱۱۱ جولی کا بھاپی حرارہ پیما

تار کا ایک لچھا ہوتا ہے جس کو برقی رَد کے ذریعہ سے گرم رکھتے ہیں تاکہ بھاپ تار پر لبستہ نہ ہونے پائے۔

تجربہ ۸ — طریقۂ جولی سے کسی شے کی نوعی حرارت کا دریافت کرنا — ظرف د میں ہوا بھری ہے۔ جس شے کی نوعی حرارت دریافت کرنا ہے اُس کو ترازو کے پلڑے ا میں رکھ دو اور وزن کرلو۔ د میں ایک تپش پیما بھی موجود ہے جس سے ہوا کی تپش مطالعہ کرلی جائے۔ اب بھاپ کو د کے اندر تیزی سے داخل کرو تاکہ ظرف د فوراً ہی سیر شدہ بھاپ سے بھر جائے اور تب بھاپ کی آمد کو کم کردو تاکہ بھاپ کی رَو ئیں تولنے میں مخل نہ ہوں۔ شروع میں کسی قدر بھاپ ظرف میں داخل ہونے پر لبستہ ہو جائیگی مگر چند منٹ کے بعد جب ظرف کی تپش بھاپ کی تپش کے برابر ہو جاتی ہے تو بھاپ کا لبستہ ہونا موقوف ہو جاتا ہے۔ اب اگر پلڑے کو تول لیں تو اُس بھاپ کا وزن معلوم ہو جائیگا جو شے اور پلڑے پر لبستہ ہوئی ہے۔

فرض کرو کہ

شے کی کمیت مادہ = م گرام

بھاپ کے پانی کی کمیت = م گرام

ظرف کی ابتدائی تپش = $ت_1$° م

ظرف د کے تپش پیما کے مطالعہ سے بھاپ کی تپش = $ت_2$° م

بھاپ کی حرارت مخفی = م حرارے

شے کی نوعی حرارت = ن حرارے

پلڑے کی گنجائش حرارت (صفحہ ۵۵) = گ

$و_1$ ن ($ت_2$ - $ت_1$) + گ ($ت_2$ - $ت_1$) = $و_2$ م

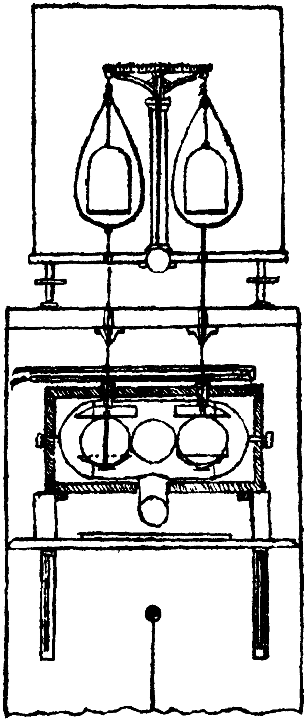
$و_1$ ن ($ت_2$ - $ت_1$) = $و_2$ م - گ ($ت_2$ - $ت_1$)

یا ن = $\frac{و_2 م}{و_1 (ت_2 - ت_1)} - \frac{گ}{و_1}$

پلڑے کی گنجائش حرارت معلوم کرنے کے لئے خالی پلڑے کے ساتھ تجربہ کو دُہراؤ۔ مذکورہ مساوات میں اس گنجائش کو لکھنے پر ن کی قیمت معلوم ہو جائیگی۔ اِس تجربہ سے صحیح نتیجہ اُسی وقت حاصل ہو سکیگا جب کہ ہوا اور بھاپ کے اُچھال بھی مرصود وزنوں میں شمار کر لئے جائینگے۔

مستقل حجم پر گیسوں کی نوعی حرارت دریافت کرنے کے لئے

جُولی کا تفرقی حرارہ پیما استعمال کیا جاتا ہے (شکل ۱۲)۔ اِس آلہ کی ترتیب اس طرح ہوئی ہے کہ بیشتر اصلاحات کی ضرورت نہیں رہی۔ تانبے کے بنے ہوئے برابر برابر حجم کے دو کُرے ترازو کے بازوؤں سے بھاپ کے کمرے میں لٹکا دیے گئے ہیں۔ ایک کُرے میں خلا ہے اور دوسرے میں وہ گیس بھری جاتی ہے جس کی نوعی حرارت دریافت کرنا مقصود ہے۔ دونوں کُروں کے نیچے چھوٹے پلڑے لگے ہیں تاکہ کُروں کی سطح پر جس قدر بھاپ کے بستہ ہونے سے پانی بنے وہ اِن میں جمع ہوتا رہے۔ گیس بھرے کُرے پر زیادہ بھاپ بستہ ہوتی ہے۔ دونوں کُروں پر جس قدر بھاپ بستہ ہوئی ہے اُس کا فرق معلوم کر لیا جائے۔ اِس فرق سے وہ حرارت معلوم ہو جائیگی جو مظروف گیس کی اتپش بڑھانے کے لئے درکار ہے۔



شکل ۱۱۲ـــ جولی کا تفرقی حرارہ پیما

فرض کرو کہ

کُرّے میں گیس کی کمیت $=$ و$_1$ گرام

دونوں کُرّوں پر جس قدر بھاپ بستہ ہوئی ہے

اُس کا فرق $=$ و$_2$ گرام

ابتدائی تپش $=$ ت$_1$ درجۂ مئی

بھاپ کی تپش $=$ ت$_2$ درجۂ مئی

گیس کا ابتدائی دباؤ $=$ د$_1$

گیس کا آخری دباؤ $=$ د$_2$

بھاپ کی حرارتِ مخفی $=$ م

سلسلۂ تپش ت$_1$ سے ت$_2$ تک اور

سلسلۂ دباؤ د$_1$ سے د$_2$ تک کے لئے

مستقل حجم پر گیس کی نوعی حرارت $=$ ن

لہٰذا و$_1$ ن (ت$_2$ - ت$_1$) $=$ و$_2$ م،

$$ن = \frac{و_2 م}{و_1 (ت_2 - ت_1)}$$

تیرھویں فصل کی مشقیں

۱- گیس اور بخار کے آمیزہ کے دباؤ کا کلیۂ ڈالٹن بیان کرو - ایک بند برتن میں آبی بخار سے سیر شدہ ہوا بھری ہے - اگر تپش ۲۰° م ہے اور اندرونِ ظرف پر مطلق دباؤ ۷۸۶٫۲ سم سیماب ہے تو بتاؤ کہ برتن میں ہوا کا دباؤ کس قدر ہے -

۲ - اگر ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ اور ۹۴° مئی کے تحت ۴ مکعب فٹ خشک ہوا بھینچ کر ایک مکعب فٹ رہ جاتی ہے تو اس کے لئے ہم تپشی خط کھینچو۔

اگر ہوا آبی بخار سے سیر شدہ ہے تو آمیزہ کے لئے ہم تپشی خط تیار کیا جائے۔

۳ - کچھ ہائیڈروجن پانی کے اوپر جمع کی گئی ہے - پیمائش شدہ حجم ۲۲۵ مکعب سم ہے - پانی کی تپش ۱۶° م ہے اور بار پیما کا مطالعہ ۷۴۳٫۵ سم سیماب ہے۔ ۰° م اور ۷۶ سم سیماب کے تحت خشک ہائیڈروجن کا حجم دریافت کرو۔

۴ - ڈوما کے طریقہ سے (صفحہ ۲۳۲) الکوہل کی بخاری کثافت معلوم کرنے میں ذیل کے مطالعات لئے گئے ہیں: جوفہ کا وزن ۷۷٫۹ گرام۔ ۱۰۰° م پر بخار بھرے جوفہ کا وزن ۸۸٫۹ ۹ گرام - پانی بھرے جوفہ کا وزن ۱۴۱٫۶۵ گرام - کمرہ کی تپش ۱۵° مئی - مطالعۂ بار پیما ۷۵٫۱ سم - ہائیڈروجن کو معیار مانتے ہوئے ۰° م اور ۷۵٫۱ سم سیماب کے تحت الکوہل کی بخاری کثافتِ اضافی دریافت کرو۔

۵ - کسی شے کی بخاری کثافت دریافت کرنے کا تجربہ بیان کرو۔

۶ - وکٹر میئر کے طریقہ سے الکوہل کی بخاری کثافت معلوم کرنے کے تجربہ میں ذیل کے مطالعات لئے گئے ہیں: خالی شیشی کا وزن ۱۰٫۴۱۵ گرام - الکوہل بھری شیشی کا وزن ۱۰٫۷۳۸ گرام - اس ہوا کا حجم جو جمع ہوئی ہے ۱۷٫۱۲ مکعب سم - بار پیما کا مطالعہ ۷۶٫۲۹ سم - ہوا کی تپش ۲۲٫۵° مئی - ہائیڈروجن کو معیار مانتے ہوئے ۰° م اور ۷۶ سم سیماب کے تحت الکوہل کے بخار کی کثافتِ اضافی دریافت کرو۔

۷ - صفحہ ۲۳۱ کی فہرست سے مقادیر مطلوبہ لے کر سیر شدہ آبی بخار کے نوعی حجم اور (ا) دباؤ (ب) تپش کا تعلق ظاہر کرنے کے لئے ترسیمیں کھینچو۔

۸ - تبخیر کی حرارتِ مخفی کیا ہے - نقطۂ جوش پر پانی کی تبخیر کی حرارتِ مخفی معلوم کرنے کا تجربہ بیان کرو۔

۹ - اگر ۲۰° م کے ایک پونڈ پانی کو اتنا گرم کریں کہ وہ ۱۲۶٫۱ پونڈ وزن فی مربع انچ مطلق دباؤ پر سیر شدہ اور خشک بھاپ میں تبدیل ہو جائے تو بتاؤ کہ کس قدر حرارت صرف ہوگی صفحہ ۲۳۱ کی فہرست سے مقادیر مطلوبہ لے لی جائیں۔

۱۰ - ایک ٹانکی میں ۲۰ گیلن پانی ہے اور اسکی تپش ۳۰ درجہ مئی ہے - کرۂ ہوائی کے دباؤ کے تحت سیر شدہ اور خشک بھاپ ٹانکی میں گزارنے پر آخری تپش ۸۰ درجہ مئی ہو جاتی ہے تو بتاؤ کہ کس قدر بھاپ کام میں آئی ہے - مقادیر مطلوبہ کے لئے

صفحہ ۲۳۱ کی فہرست ملاحظہ ہو۔

۱۱۔ اِس بیان سے کیا مراد ہے "۱۵ درجۂ مئی پر پانی کے بخار کا اعظم دباؤ ۱۲٫۷ مم ہے"۔
کچھ نائیٹروجن پانی کے اُوپر ایک نلی میں جمع کیگئی ہے اس کی تپش ۱۵° م ہے اور اس کا حجم ۵۰ مکعب سم ہے نلی میں گیس کا دباؤ ۷۴۴ مم ہے۔ حساب لگاؤ کہ صفر درجہ مئی اور ۷۶۰ مم دباؤ کے تحت خشک نائیٹروجن کا حجم کیا ہوگا۔

۱۲۔ حرارتِ مخفی کی تشریح کرو۔ یخ کے اماعت کی حرارت کیسے دریافت کروگے۔ پنکھے سے خنکی کیوں پیدا ہو جاتی ہے تفصیل کے ساتھ بیان کرو۔
{جامعۂ کلکتہ}

۱۳۔ بھاپ کی حرارتِ مخفی کیسے دریافت کی جاتی ہے۔ اس حرارت کا انحصار پانی کے نقطۂ جوش پر ہے یا نہیں اپنا خیال ظاہر کرو۔ ایک حرارہ پیما میں کچھ پانی بھرا ہے اور اُس میں ۷ گرام یخ ڈال دیا گیا ہے۔ حرارہ پیما کی استعداد ۵ حرارے ہے۔ اگر حرارہ پیما میں ۱۰۰ درجہ مئی کی ۵٫۴ گرام بھاپ گزارنے پر آخری تپش ۵۰ درجۂ مئی ہو جاتی ہے تو بتاؤ کہ اوّلاً حرارہ پیما میں کتنا پانی موجود تھا۔ (۱۰۰° م پر بھاپ کی حرارتِ مخفی = ۵۴۰)
{جامعۂ کلکتہ}

۱۴۔ "بخاری کثافت" کی تعریف کرو۔ بتاؤ کہ ڈوما کے طریقہ سے مائع کی بخاری کثافت کیسے معلوم کی جاتی ہے۔ اور اس کا ضابطہ ثابت کرو۔

۱۵۔ مائع کی بخاری کثافت معلوم کرنے کا وِکٹر میئر والا طریقہ بیان کرو۔ [جامعۂ بمبئی]

۱۶۔ ایک ترسیم کھینچو جس سے ۵۰° م اور ۱۰۰° م کی درمیانی تپشوں پر بخار کے اعظم دباؤ کا تغیر ظاہر ہو۔
یہ تسلیم کرتے ہوئے کہ پانی میں نمک حل کرنے سے بخار کا اعظم دباؤ کسی قدر کم ہو جاتا ہے ثابت کرو کہ ہر دباؤ پر محلول کا نقطۂ جوش خالص پانی کے نقطۂ جوش سے بلند ہوتا ہے۔
{جامعۂ لندن}

۱۷۔ سیر شدہ اور ناسیر شدہ بخار کے خواص بیان کرو۔
ایک ادپیمائی نلی پارے میں ڈوبی ہوئی ہے نلی میں پارے کے اُسطوانہ کے اُوپر پانی اور سیر شدہ بخار کا

آمیزہ ہے۔ پارے کی سطح سے نلی کی بلندی ۷۰ سمر ہے اور کرۂ ہوائی کا دباؤ ۷۶ سمر ہے۔ اگر پارے میں نلی کو اتنا اور ڈبو دیں کہ ہوا کا حجم نصف ہو جاتے تو بتاؤ کہ پارے کے اسطوانہ کی بلندی کیا ہوگی جب کہ سیر شدہ بخار کا دباؤ ۵ء۱ سمر ہے۔ [جامعۂ لندن]

۱۸۔ اصطلاحات ذیل کی تعریف کرو۔ نوعی حرارت۔ اماعت کی حرارتِ مخفی۔ تبخیر کی حرارتِ مخفی۔ موصلیتِ حرارت۔

پچاس گرام بھاپ جس کی تپش ۱۰۰°م ہے سو گرام یخ اور ۲۰۰ گرام پانی کے آمیزہ میں گزاری گئی ہے آمیزہ کی ابتدائی تپش صفر درجہ مئی ہے۔ اگر سو درجۂ مئی پر تبخیر کی حرارتِ مخفی ۵۳۷ اور یخ کے اماعت کی حرارتِ مخفی ۸۰ حرارے ہے تو تپش کی ترقی کا حساب لگاؤ۔

۱۹۔ جولی (Joly) کے بھاپی حرارہ پیما سے کسی جسم کی نوعی حرارت کیسے معلوم کرتے ہیں مطالعاتِ ذیل سے کیلسائیٹ (Calcite) کی نوعی حرارت کا حساب لگاؤ:

ابتدائی تجربہ بھاپی حرارہ پیما میں خشک پلڑے کا وزن ۲۸۶۳۹۵ گرام۔ بھاپ کے پانی اور پلڑے کا وزن ۲۸۶۵۶۵ گرام کیلسائیٹ کا تجربہ۔ خشک پلڑے اور خشک کیلسائیٹ کا وزن ۴۶۶۴۱ گرام پلڑے اور کیلسائیٹ اور بستہ بھاپ کا وزن ۴۲۶۰۳۱ گرام۔ دونوں تجربوں کی ابتدائی تپش ۲۴°م۔

۲۰۔ مستقل حجم پر گیس کی نوعی حرارت دریافت کرنے کا تجربہ بیان کرو۔

چودھویں فصل

کرۂ ہوائی میں رطوبت۔ رطوبت پیمائی

پانی کی کھلی سطح سے تبخیر ـــــ پانی کی کھلی سطحات سے ہر تپش پر تبخیر ہوتی رہتی ہے۔ جونہی سالمات سطح سے خارج ہوتے ہیں انکو ہوا اُڑا لے جاتی ہے اس لئے ان سالمات کی واپسی محال ہے اور ہوا جس قدر تیز ہوتی ہے اُسی قدر واپسی بھی ناممکن ہے لہٰذا ہوا کی تیزی سے تبخیر کی رفتار بڑھ جاتی ہے۔ اسی وجہ سے اندرون نلی کو جلد خشک کرنے کے لئے نلی میں دھونکنی سے ہوا زور کے ساتھ گذارتے ہیں۔ تبخیر کی رفتار میں اضافہ کا دوسرا سبب تپش کی زیادتی ہے۔ ان وجوہات سے روزانہ پانی کی معقول مقدار بخارات بن کر فضا میں جا ملتی ہے۔ یہی بخار بارش کا موجب ہے جس سے دریاؤں اور ندیوں میں پانی بہا ہوتا ہے۔

پانی کی کھلی سطحات سے تبخیر کا جاری رہنا فضا کی رطوبت کا باعث ہے اور اس لئے فضا میں ہمیشہ کچھ نہ کچھ رطوبت موجود رہتی ہے۔ ہر مائع کی شرح تبخیر جداگانہ ہے۔ ایتھر، الکوحل، پیٹرول وغیرہ نہایت تیزی سے بخار بن جاتے ہیں۔ اس قسم کے مائعات کو طیران پذیر کہتے ہیں۔

کہر۔ بادل۔ شبنم ـــــ ہوا کے خشک یا مرطوب محسوس ہونیکا باعث محض مقدار رطوبت نہیں بلکہ درجۂ مرطوبیت ہے۔ مرطوبیت کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ ہوا کے اکائی حجم میں موجودہ مقدار رطوبت اور اُس مقدار رطوبت کی نسبت ہے جو ہوا کے اس حجم کو اسی تپش پر سیر کرنے کے لئے کافی ہو۔ تپش جتنی بلند ہو گی ہوا کی سیری کے لئے اُتنے ہی زیادہ آبی بخار کی ضرورت ہو گی لہٰذا اگر ہوا کسی تپش پر سیر شدہ نہیں ہے تو تپش کے تنزل پر سیر شدہ ہو سکتی ہے۔ اگر

فضا میں کوئی سرد چیز رکھی ہے تو اُس کے قُرب کی ہوا سرد ہو جانے کی وجہ سے سیر ہو جاتی ہے اور سرد جسم پر پانی کے قطرے جمع ہو جاتے ہیں جن کو شبنم کہتے ہیں۔

کُرۂ ہوائی کی کثیر ہوا کے آہستہ آہستہ ٹھنڈا ہونے کی وجہ سے تمام جم کی تپش ایک ساتھ ہی نقطۂ سیری تک پہنچتی ہے اور خاک کے ذرّوں پر جو ہوا میں ہمیشہ موجود ہوتے ہیں بخار کسی قدر بستہ ہو جاتا ہے۔ جس کو کُہر کہتے ہیں۔ بڑے بڑے شہروں میں دھوئیں کے ذرّوں پر بستگی ہوتی ہے جس کی وجہ سے دھُند پیدا ہوتی ہے۔

اسی طرح پر کرۂ ہوائی کے بالائی طبقے میں بخار بستہ ہوتا ہے اور بادل بن جاتے ہیں۔ تپش سیری سے زائد گرم ہوا جس میں آبی بخار موجود ہوتا ہے طبقۂ بالا میں پہنچنے پر سرد ہو جاتی ہے اور پھیلتی ہے اور جونہی نقطۂ سیری تک ٹھنڈی ہوتی ہے بخار بستہ ہو جاتا ہے اور کُہر یا بادل بن جاتے ہیں۔

برف اور یخ کی تبخیر۔ اگر فضا میں کوئی ٹھوس جسم پگھل رہا ہے اور فضا کی تپش پر اس کے بخار کا اعظم دباؤ کرۂ ہوائی کے دباؤ کے برابر یا زیادہ ہے تو یہ ناممکن ہے کہ جسم مائع کی شکل میں موجود ہو۔ ٹھوس جسم مائع میں بغیر تبدیل ہوئے بخار بن جاتا ہے۔ اس قسم کی تبخیر کو تصعید کہتے ہیں۔ آیوڈین وغیرہ میں تصعید کی صفت موجود ہے۔ برف اور یخ آہستہ آہستہ بخار بنتے ہیں۔ اور منطقۂ باردہ میں تبخیر کا صرف یہی طریقہ ممکن ہو سکتا ہے۔ منطقۂ باردہ میں صفر سے کم تپش پر آبی بخار کا دباؤ قابل لحاظ ہوتا ہے جس کی وجہ سے برف بغیر پانی بنے بخار بن جاتی ہے۔

اگر رفتہ رفتہ سرد ہونے والی فضا کی تپش نقطۂ سیری پر پہنچنے سے پیشتر پانی کے نقطۂ انجماد تک پہنچ جائے تو پالا بنتا ہے۔ پالا اور برف شبنم کے قطروں کے انجماد سے نہیں بنتے بلکہ آبی بخار بلا بستہ ہوئے منجمد ہو جاتا ہے۔

ترویح۔ ہوا کے دس ہزار حصوں میں عموماً تین یا چار حصے کاربونک ایسڈ گیس کے ہوتے ہیں مگر مکان کے اندر انکی مقدار زیادہ ہوتی ہے۔ ہر جوان آدمی ایک گھنٹہ میں تقریباً ۶ء۰ مکعب فٹ کاربونک ایسڈ گیس خارج کرتا

ہے لہٰذا اگر مکان میں بہت سے آدمی ہوں اور ہوا کی آمد و رفت کے لئے کافی سامان مہیا نہ ہو تو مکان کی ہوا اس گیس سے اس قدر غلیظ ہو جائیگی کہ تندرستی پر بہت بُرا اثر ہوگا۔ اگر کمرہ میں اس گیس کی مقدار ہوا کے دس ہزار حصوں میں دس حصوں سے زائد ہو جائے تو اس کمرہ میں رہنا تکلیف سے خالی نہ ہوگا۔ لہٰذا تمام مسائل ترویح کا مقصد یہ ہے کہ ایسے ذرائع مہیا کئے جائیں کہ اس گیس کی مقدار کمرہ کی ہوا کے دس ہزار حصوں میں چھ یا سات حصوں سے زیادہ نہ ہونے پائے۔ کمرہ میں ہوا کی آمد و رفت بہت کافی ہونی چاہیئے اس کا اندازہ اس سے لگایا جا سکتا ہے کہ جس قدر کاربونک ایسڈ گیس ہر شخص ایک گھنٹہ میں خارج کرتا ہے اُس کے بُرے اثر کو زائل کرنے کے لئے مخصوص حالات کے مدنظر ۱۸۰۰ سے ۳۶۰۰ مکعب فٹ تک ہوا کی ضرورت ہوتی ہے۔

معمولی مکان میں دروازے، کھڑکیاں، چمنی، وغیرہ اس مقصد کے لئے کافی ہیں لیکن اگر مکان میں آگ جلا کرتی ہے تو ہوا کی آمد و رفت کے لئے کچھ اور ذرائع بھی اختیار کرنا ضروری ہیں تاکہ ہوا کا گذر بہت کافی تیزی سے ہو ورنہ صحت پر بُرا اثر ہوگا۔

ترویح کے لئے مختلف ذرائع اختیار کئے جاتے ہیں مثلاً پنکھے، وغیرہ جو کمرہ کی غلیظ ہوا کو باہر نکال دیتے ہیں۔ کمرہ کے اندر تازہ ہوا سوراخوں کے راستہ سے آتی ہے۔ اگر یہ ہوا سرد ہے تو اس کے راستہ میں نل لگا دیے جاتے ہیں جن کو بھاپ سے گرم رکھا جاتا ہے تاکہ سرد ہوا کمرہ میں آنے سے پیشتر گرم ہو جائے۔ اگر کمرہ میں باہر سے آنے والی ہوا خشک ہے تو اُس کے راستہ میں پانی رکھ دیا جاتا ہے یا کمرہ میں پانی چھڑک دیا جاتا ہے تاکہ ہوا کی مرطوبیت کافی ہو۔

نقطۂ شبنم۔ فضا کے سرد ہونے سے جس تپش پر شبنم بننا شروع ہوتی ہے اُس کو فضا کا نقطۂ شبنم کہتے ہیں۔ نقطۂ شبنم دریافت کرنے کے جملہ طریقوں کا اصول یہ ہے کہ کچھ ہوا سرد کی جائے اور جس تپش پر شبنم بننا شروع ہو اُس کو مطالعہ کر لیا جائے لیکن اِس عمل میں دباؤ مستقل

رکھا جاتا ہے (یعنی وہ ہوتا ہے جو بار پیما بتاتا ہے) اور یہ مان لیا جاتا ہے کہ بخار کے سالمات تپشِ سیری پر پہنچنے تک کلیۂ شارل کے بموجب سکڑتے ہیں۔

اِس امر کا احساس کہ ہوا خشک ہے یا مرطوب، ہوا کی محض مقدارِ رطوبت پر نہیں ہے بلکہ ہوا جتنی زیادہ حالتِ سیری کے قریب ہوگی اتنی ہی زیادہ مرطوب محسوس ہوگی۔ گرم ہوا میں رطوبت کی مقدار سرد ہوا کے مقابلہ میں بہت زیادہ ہوتی ہے حالانکہ گرم ہوا خشک محسوس ہوتی ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ گرم ہوا حالتِ سیری سے قدرے دور ہوتی ہے۔

کسی تپش پر فضا کے موجودہ آبی بخار کے دباؤ اور بخار کے اُس دباؤ کی نسبت کو جو کہ اُس کے اسی تپش پر سیر شدہ ہونے کی حالت میں ہوتا ہے **مرطوبیتِ اضافی** کہتے ہیں۔

فرض کرو کہ

فضا کی تپش = ت۱° م

نقطۂ شبنم = ت۲° م

ت۱ پر سیر شدہ آبی بخار کا دباؤ = د۱

(صفحہ ۳۳۱ کی فہرست ملاحظہ ہو)

ت۲ درجہ مئی پر سیر شدہ آبی بخار کا دباؤ = د۲ دیکھو فہرست

اگر یہ مان لیں کہ نقطۂ شبنم دریافت کرنے کے تجربہ میں جتنے عرصہ تک ہوا ٹھنڈی کی گئی ہے بار پیمائی دباؤ مستقل رہا ہے تو ہوا میں موجودہ آبی بخار کا دباؤ د۲ کے برابر ہے۔ لہذا

مرطوبیتِ اضافی = د۲ / د۱

ذیل کی فہرست کے ملاحظہ سے معلوم ہوگا کہ کسی دو تپشوں پر ایک مکعب میٹر ہوا کی کمیتوں کا تناسب قریب قریب وہی ہوتا ہے جو اُن تپشوں پر ہوا کے متناظر دباؤں کا ہے۔ لہذا یہ تناسب اچھا خاصا صحیح ہے۔

مرطوبیت اضافی = (مرصود تپش پر آبی بخار کے اکائی حجم کی کمیت مادہ) / (اسی تپش پر سیر شدہ آبی بخار کے اکائی حجم کی کمیت مادہ)

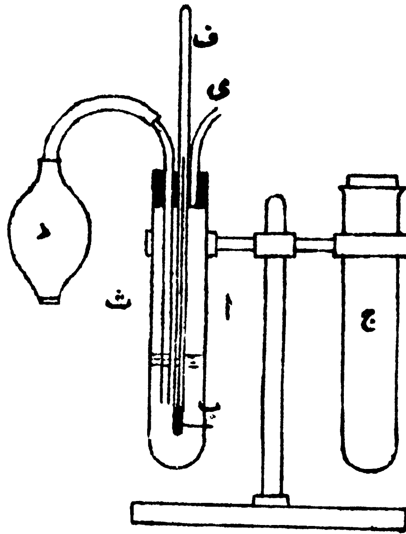
سیر شدہ آبی بخارات کے خواص

تپش، درجۂ مئی	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
سیر شدہ بخار کا دباؤ۔ مم سیماب	۴٫۵۸	۶٫۵۴	۹٫۲۰	۱۲٫۷۸	۱۷٫۵۱
سیر شدہ بخار کی کمیتِ مادہ۔ گرام فی مکعب میٹر	۴٫۸۴	۶٫۷۶	۹٫۳۳	۱۲٫۷۱	۱۷٫۱۲
تپش، درجۂ مئی	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	—
سیر شدہ بخار کا دباؤ۔ مم سیماب	۲۳٫۶۹	۳۱٫۷۱	۴۲٫۰۲	۵۵٫۱۳	
سیر شدہ بخار کی کمیتِ مادہ۔ گرام فی مکعب میٹر	۲۲٫۸۰	۳۰٫۰۴	۳۹٫۱۸	۵۰٫۷	

رطوبت پیمائی۔ رطوبت پیمائی حالت اور نقطۂ شبنم وغیرہ کا لحاظ کرتے کرۂ ہوائی کی حالت کی تعیین کرنا رطوبت پیمائی ہے۔

تجربہ ۵۲۔ رینیو کے رطوبت پیما سے نقطۂ شبنم کا دریافت کرنا۔ رینیو کے آلہ کا خاکہ شکل ۱۳۱ میں درج ہے۔ چاندی کے چمکدار برتن ۱ میں کچھ ایتھر ب بھرا ہے۔ نلی ث ایتھر میں ڈوبی ہے اور جوفہ د سے جڑی ہے۔ ایک پمپ کی مدد سے جو جوفہ کے منہ میں لگا ہے ایتھر میں ہوا گزارتے ہیں جس کی وجہ سے ایتھر بہت تیزی سے بخار بننے لگتا ہے۔ ایتھر اور ہوا کا آمیزہ ی کے راستہ سے باہر چلا جاتا ہے۔ ایتھر کی تبخیر کی وجہ سے برتن ۲ اور اُس کے قُرب وجوار کی ہوا سرد ہو جاتی ہے۔ لہٰذا ہوا میں سیری پیدا ہو جاتی ہے اور شبنم کے قطرے برتن کی چمکدار سطح پر بستہ ہونے لگتے ہیں۔ جس تپش پر شبنم بننے لگے وہ تپش پیما ف سے مطالعہ کر لی جائے۔ برتن ۱ کے ٹیکن کی دوسری جانب اسی قسم کا ایک اور چاندی کا خالی برتن ج اس لیے ہوتا ہے کہ برتن ۲ پر شبنم کے

وجود کا علم مقابلہ سے بآسانی ہو سکے۔ کمرہ کی تپش مطالعہ کرنے کے لئے دوسرا



شکل ۱۱۳۔ رینیو کا رطوبت پیما

تپش پیما استعمال کرتے ہیں۔ اِس تجربہ میں اس امر کا خیال رہے کہ اگر مشاہد کی سانس کی ہوا آلہ تک گئی تو چونکہ سانس میں کافی رطوبت ہوتی ہے اس لئے ہوا کی موجودہ مقدارِ رطوبت میں اضافہ ہو جائیگا۔ لہٰذا مشاہد کے منہ اور آلہ کے درمیان شیشہ کی بڑی چادر ہونی چاہیے۔

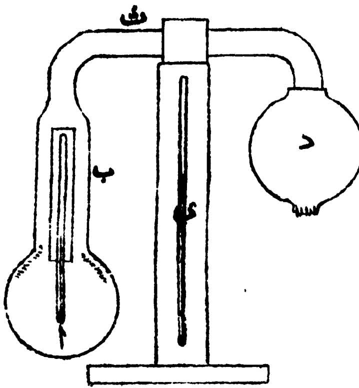
تپش آہستہ آہستہ کم کی جائے اور جب شبنم بننا شروع ہو فوراً مطالعہ کرلی جائے۔اب تپش بڑھنے دی جائے اور جب شبنم غائب ہونے لگے تو تپش پیما ف سے تپش مطالعہ کرلی جائے۔ ان مطالعات کو چند بار دُہراؤ۔ اِن مطالعات کا اوسط ہوا کے نقطۂ شبنم کے برابر ہوگا۔ آلہ کے قریب ہی کمرہ کی ہوا کی تپش مطالعہ کرلو۔

تجربہ کے وقت فضا کی مرطوبیتِ اضافی کا حساب لگا لیا جائے

(صفحہ ۲۵۲)۔

تجربہ ۵۳ ۔ ڈینیل[له] رطوبت پیما سے نقطۂ شبنم کا دریافت کرنا

۔۔۔ ا اور د دو جوفے ایک نلی ٹ سے جڑے ہیں (شکل ۱۱۴) ۔ اس آلہ میں سے ہوا خارج کر دی گئی ہے ۔ ا میں کچھ ایتھر ہے اور بقیہ آلہ میں صرف ایتھر کا بخار بھرا ہے۔ ایتھر کی تپش معلوم کرنے کے لئے ا کے اندر ایک تپش پیما ب لگا ہے جس کا جوفہ ایتھر میں ڈوبا ہے ۔ ا کی اندرونی سطح سیاہ یا سنہری کر دی جاتی ہے تاکہ بیرونی سطح پر شبنم کا نمودار ہونا آسانی کے ساتھ معلوم ہو سکے ۔ تپش پیما ی سے کمرہ کی تپش مطالعہ کرتے ہیں ۔ جوفہ د کے اوپر ململ لپیٹ دیا جاتا ہے جس کو ایتھر سے نم رکھتے ہیں۔



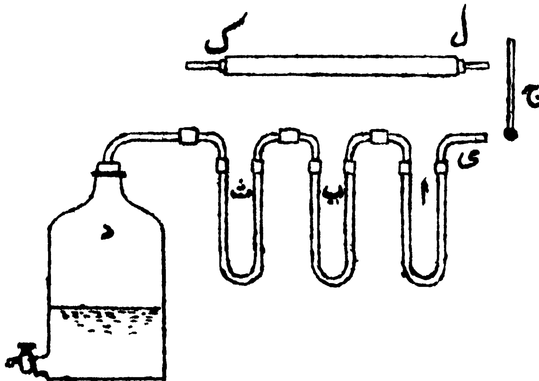
شکل ۱۱۴ ۔ ڈینیل کا رطوبت پیما

اس ایتھر کے تیزی کے ساتھ بخار بننے کی وجہ سے جوفہ د سرد ہو جاتا ہے۔ جوفہ د کی تپش میں تخفیف کی وجہ سے اندرون جوفہ کے بخار کی تپش بھی کم ہو جاتی ہے اور وہ بستہ ہو جاتا ہے ۔ اس بخار کی جگہ لینے کے لئے جوفہ ا کے کچھ ایتھر کو بخار بننا پڑتا ہے جس کی وجہ سے ا بھی آہستہ آہستہ ٹھنڈا ہوتا ہے اور اس کی سطح پر شبنم نمودار ہوتی ہے ۔ ریگنیو کے رطوبت پیما میں جس طرح مطالعات لئے تھے اس تجربہ میں بھی لئے جائیں اور نقطۂ شبنم و مرطوبیت اضافی کا حساب لگا لیا جائے ۔ آلہ اور مشاہد کے منہ کے درمیان شیشہ کی بڑی چادر ہونی چاہیئے۔

[له] Daniell

خشک اور تر جوفہ والا طریقہ۔ اس طریقہ سے فضا کے موجودہ بخار کا دباؤ معلوم کیا جاتا ہے اور اس سے نقطۂ شبنم کا حساب لگا لیتے ہیں۔ ایک ٹیکن پر دو تپش پیما لگے ہیں۔ ایک سے کمرہ کی تپش معلوم کی جاتی ہے اور دوسرے کے جوفہ پر لیمپ کی صاف ستھری بتی لپیٹی ہے جس کا ایک سرا پانی کے چھوٹے سے برتن میں ڈوبا ہے۔ اس بتی کی وجہ سے جوفہ تر رہتا ہے۔ اگر فضا میں کافی رطوبت موجود ہے تو جوفہ کی بتی سے بہت کم تبخیر ہوگی اور تپش پیما کا پارا بہت کم نیچے اُتریگا۔ دونوں تپش پیماؤں کے مطالعات کے فرق کا انحصار فضا کی مرطوبیت پر ہے۔ اگر فضا میں کم رطوبت ہے تو یہ فرق زیادہ ہوگا ورنہ کم۔ جب تپش پیما کا پارا نیچے اُترنا موقوف ہو جائے تو دونوں تپش پیماؤں کا مطالعہ کر لیا جائے اور اُن فہرستوں کی مدد سے آبی بخار کا دباؤ معلوم کر لیا جائے جو خاص اس مقصد کے لئے تیار کی جاتی ہیں۔ اس طریقہ سے بہت صحیح نتائج حاصل نہیں ہوتے

بحث ۵۰۔ **کیمیائی رطوبت پیما** (شکل ۱۱۵)۔ ا اور ب خشکندہ نلیاں ہیں جن میں فاسفورس پینٹ آکسائیڈ بھرا ہے۔ ث میں بھی وہی آکسائیڈ بھر دیا گیا ہے۔ اور ر خشکندہ نلیوں کو ظرف د سے منقطع کر دیتا



شکل ۱۱۵۔ کیمیائی رطوبت پیما

ہے۔ د پتھر کی ایک بڑی صراحی ہے جس کے پیندے میں ایک نل لگا ہے۔ د میں پانی بھر کر آلہ کو ذیل کے بموجب ترتیب دے لیتے ہیں۔ اگر صراحی میں سے سب پانی نکال دیں تو اس میں ہوا بھر جائیگی۔ یہ ہوا صراحی کی گنجائش کے برابر ہے اور نلیوں میں سے گزر کر صراحی میں آئی ہے۔ اِس صراحی کو ہواکش کہتے ہیں۔ جیسے ہی یہ ہوا ی میں داخل ہو کر ا میں پہنچتی ہے اُس کی قریب قریب تمام رطوبت ا میں جذب ہو جاتی ہے اور جو کچھ بچتی بھی ہے وہ ب میں جذب ہو جاتی ہے۔ د میں چونکہ پانی بھرا ہے لہٰذا د سے نلیوں کی جانب جو رطوبت آتی ہے وہ نلی ث میں جذب ہو جاتی ہے اور اُس وقت نل سے پانی کی آمد روک دی جاتی ہے۔ تپش پیما ج سے ی پر آلہ میں داخل ہونے والی ہوا کی تپش معلوم کرتے ہیں۔

د میں پانی لبالب بھر لیا جائے۔ ا اور ب کو ح سے علیٰحدہ کر کے وزن کر لو۔ فرض کرو کہ اِن کا وزن ک۱ گرام ہے۔ اِن نلیوں کو اب پھر آلہ سے جوڑ دو اور ہواکش کا نل کھول دو کہ سب پانی نکل جائے۔ د میں سے پانی نکلتے وقت تپش پیما ج کا مطالعہ کر لینا چاہیے۔ ا اور ب کو پھر اسی جگہ ح سے علیٰحدہ کر کے وزن کر لو۔ فرض کرو کہ ان کا وزن ک۲ گرام ہے لہٰذا اِس رطوبت کا وزن جو اِن نلیوں میں جذب ہوئی ہے (ک۲ - ک۱) گرام ہے۔

د میں پھر پانی بھر لو اور آلہ کو ترتیب دے لو۔ ک ل ایک کشادہ سوراخ کی نلی ہے (شکل ۱۱۲) جس کے سروں پر ربر کے ڈاٹوں کے ذریعہ سے باریک نلیوں کے چھوٹے ٹکڑے لگے ہیں۔ اِس نلی میں جھانویں پتھر کے ٹکڑے اور پانی بھرا ہے۔ لہٰذا اس میں سے ہوا گزرنے پر سیر شدہ ہو جاتی ہے۔ نلی ک کو آلہ سے ی پر جوڑ دو اور مذکورۂ بالا طریقہ کے بموجب تجربہ کو دہراؤ۔ فرض کرو کہ ا اور ب کا آخری وزن ک۳ گرام ہے تو کمرہ کی تپش پر سیر شدہ آبی بخار کا وزن (ک۳ - ک۲) گرام ہوگا۔

چونکہ دونوں تجربوں میں جو ہوا آلہ میں سے گزری ہے اُس کا حجم برابر ہے

لہٰذا وہ یہ ہے:- ہوا کی اضافی مرطوبیت، جو ایک مکعب سنٹی میٹر ہوا کے اندر کے آبی بخار کی حقیقی کمیت کو اسی مقدار ہوا کو سیر کرنے کے قابل آبی بخار کی کمیت پر تقسیم کرنے سے حاصل ہوتی ہے ذیل کے ضابطہ سے نکل آتی ہے:-

$$\text{یعنی مرطوبیت اضافی} = \frac{ک_۲ - ک_۱}{ک_۳ - ک_۲}$$

چودھویں فصل کی مشقیں

۱ - فضا میں آبی بخار کے اسباب کیا ہیں۔ شبنم۔ کہر۔ پالا۔ بادل کیسے بنتے ہیں۔ صراحت کے ساتھ بیان کرو۔

۲ - ۱۶ فٹ × ۱۲ فٹ × ۱۰ فٹ کے کمرہ میں چھ نوجوان شخص ہیں اگر ہر شخص کے لیے فی گھنٹہ ۲۵۰۰ مکعب فٹ ہوا کی ضرورت ہوتی ہے تو بتاؤ کہ کمرہ کی ہوا کو ایک گھنٹہ میں کتنے بار تبدیل کرنا پڑیگا۔ اگر ہم یہ مان لیں کہ ایک گھنٹہ میں ہر شخص ۶، ۰ مکعب فٹ کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس خارج کرتا ہے اور اولاً کمرہ میں ہوا کے دس ہزار حصوں میں چار حصے اس گیس کے موجود تھے اور اگر ترویح کا کوئی سامان مہیا نہیں ہے تو بتاؤ کہ کتنے عرصہ کے بعد ہوا کے دس ہزار حصوں میں اس گیس کی مقدار دس حصے ہو جائیگی۔

۳ - نقطۂ شبنم کی تعریف کرو اور بتاؤ کہ اس نقطہ کا انحصار کن کن چیزوں پر ہے۔ مرطوبیتِ اضافی سے کیا مراد ہے۔

۴ - رینو کے رطوبت پیما کی تشریح کرو۔ اس آلہ سے ایک تجربہ کیا گیا اور شبنم کے بننے کی تپش تین مرتبہ معلوم کی گئی جس کا اوسط ۹،۶ مئی ہے اور شبنم کے غائب ہونیکی تپش کا اوسط ۱۰،۴ مئی ہے۔ فضا کی تپش ۱۸ درجہ مئی ہے۔ نقطۂ شبنم معلوم کرو اور مرطوبیتِ اضافی کا بھی حساب لگاؤ۔

۵ - ڈینیل رطوبت پیما کو بالتشریح بیان کرو۔ اس آلہ سے نقطۂ شبنم ۱۳،۱۱ درجہ مئی دریافت ہوا جب کہ کمرہ کی تپش ۱۹ درجہ مئی تھی۔ مرطوبیتِ اضافی کا حساب لگاؤ۔

Daniel 41

۶۔ فضا کی مرطوبیت دریافت کرنیکا خشک و تر جوفہ والا طریقہ بیان کرو۔

۷۔ بیان کرو کہ کیمیائی رطوبت پیما سے تجربہ کیسے کیا جاتا ہے۔ اِس آلہ سے ذیل کے مطالعات لیے گئے۔ شروع میں لا۔ بنا نلیوں کا وزن ۲۸ء۵۸ گرام نلیوں اور معمولی ہوا کے آبی بخار کا وزن ۶۱ء۵۸ گرام اور نلیوں اور سیر شدہ ہوا کے آبی بخار کا وزن ۸۸ء۵۸ گرام۔ کمرہ کی تپش ۱۸ درجہ مئی۔ فضا کی حالتِ رطوبت اور نقطۂ شبنم کا حساب لگاؤ۔

۸۔ نقطۂ شبنم دریافت کرنیکا تجربہ بیان کرو۔ آبی بخار کے سیری دباؤں کی جدول سے کیا مُراد ہے۔ بیان کرو کہ نقطۂ شبنم اور ایسی فہرست کی مدد سے ہوا کی مرطوبیتِ اضافی کیسے معلوم کی جاتی ہے۔ [جامعۂ پنجاب]

۹۔ اگر ۷، ۹، ۱۱، ۱۳، مم سیماب پر پانی کے تمناظر نقاط جوش علی الترتیب ۶-۱۰-۱۳-۱۵- درجات مئی ہیں تو ۱۵° مئی پر آبی بخار سے $\frac{۲}{۳}$ سیر شدہ ہوا کے نقطۂ شبنم کا حساب لگاؤ۔ [کیمبرج سینیر لوکل]

۱۰۔ تصعید سے کیا مُراد ہے۔ بیان کرو کہ پالا کیسے بنتا ہے۔

۱۱۔ اگر فضا کا نقطۂ شبنم ۱۵° مئی اور بارپیائی دباؤ ۵ء۷۶۲ مم سیماب ہے تو ۲۷ درجہ مئی پر ۶ء۷ لیٹر مرطوب ہوا کا وزن معلوم کرو اور فضا کی مرطوبیت کا حساب لگاؤ۔ ۲۷° مئی پر آبی بخار کا دباؤ ۵ء۲۵ مم ہے اور ۱۵° مئی پر ۵ء۱۲ مم ہے۔ [جامعۂ بمبئی]

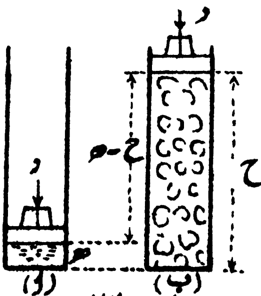
۱۲۔ (ا) تمہارے لکچر روم اور (ب) معملِ طبیعیات میں جو ترویج کا انتظام ہے بیان کرو اور اِن کمروں میں سردی اور گرمی کے موسم میں جو ہوا کی حالت ہوتی ہے اُس کا حوالہ دو۔ کیا تمہاری رائے میں یہ انتظام کافی ہے اور اگر نہیں تو وجہ بیان کرو۔

پندرہویں فصل

بخارات کا پھیلاؤ اور پچکاؤ

سرد آلہ یا مبرد

مستقل دباؤ کے تحت مائع کا بخار بننا — ایک ایسے فشارہ دار اُسطوانہ میں جس کا انتصابی رقبہ ایک مربع اکائی ہو کسی مائع کی اکائی کمیتِ مادہ ڈال دو (شکل ۱۱۶ (ا)) ۔ اگر اِس مائع کا حجم ھ ہے تو اُسطوانہ میں اِس کی بلندی بھی ھ ہوگی ۔ فشارہ پر کچھ بوجھ رکھا ہے جس کی وجہ سے مائع پر مستقل دباؤ د ہے ۔ اِس دباؤ د پر جتنی تپش سیر شدہ بخار کی ہو سکتی ہے اتنی ہی تپش مائع مذکور کی تصور کی گئی ہے ۔ ذیل کے تجربہ میں تپش برابر مستقل مانی گئی ہے ۔



شکل ۱۱۶

مستقل دباؤ کے تحت بخار بننا

اگر مائع کو گرم کریں تو بخار کی وجہ سے حجم میں زیادتی ہوگی اور چونکہ دباؤ مستقل ہے اس لیے فشارہ اُوپر اٹھیگا ۔ تمام مائع کے بخار بن جانے پر اُسطوانہ کو گرم کرنا موقوف کر دینا چاہیے ۔ ایسی حالت میں پورا اُسطوانہ سیر شدہ بخار سے بھر جائیگا شکل ۱۱۶ (ب) ۔ اگر بخار کا حجم ح مان لیں (جس کی کمیتِ مادہ اب بھی

اکائی ہے) تو فشارہ کی بلندی بھی ح ہوگی اور فشارہ کی حرکت (ح - ھ) کے برابر ہوگی (شکل ۱۱۶ ب)۔ مائع کو بخار بنانے میں جس قدر حرارت صرف ہوئی ہے وہ تپش اور دباؤ کے معین حالات کے تحت مائع کی تبخیر کی حرارتِ مخفی کے برابر ہے۔ فرض کرو کہ یہ حرارت ل حرارے ہے۔ حرارت کا کچھ حصہ بیرونی کام میں صرف ہوا ہے اور باقی حصے نے اندرونی توانائی میں اضافہ کیا ہے اور چونکہ بیرونی د (ح - ھ) ہے لہٰذا

اندرونی توانائی میں اضافہ $= \text{ل} - \frac{\text{د}(\text{ح}-\text{ھ})}{\text{جو}}$ حراری اکائیاں ——— (۱)

اِس مساوات میں جو حرارت کا حیلی معادل ہے۔

اگر اسطوانہ میں مائع صفر درجہ مئی پر ہوتا تو اس کو تبخیر کی تپش تک گرم کرنے کے لیے م حرارے اور زیادہ صرف کرنے پڑتے۔ اگر اس حرارت کو حرارتِ مخفی ل میں جمع کر دیں تو بخارات (کے بننے) کی حرارتِ تکوین حاصل ہو جائیگی۔

چنانچہ بخارات کے بننے کی حرارتِ تکوین ہے $= \text{م} + \text{ل}$ حراری اکائیاں ہے۔ (۲)

حال حال تک پانی کے بخار بننے کی حرارت کو بھاپ کی کلی حرارت کہتے تھے۔ لیکن یہ امر جلی ہے کہ کسی دباؤ د کی مزاحمت کے خلاف مائع کو اسطوانہ میں داخل کرنے کے لئے کسی قدر کام کی ضرورت ہوتی ہے لہٰذا اب اِس کلی حرارت میں اِس کام کی مقدارِ قلیل بھی شامل کر لی گئی ہے یہ کام $\frac{\text{دھ}}{\text{جو}}$ کے برابر ہے۔ لہٰذا سیر شدہ بخار کی اکائی کمیتِ مادہ کی

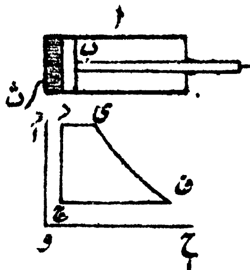
کُلی حرارت $= \text{م} + \text{ل} + \frac{\text{دھ}}{\text{جو}}$ حراری اکائیاں ——— (۳)

مائع کو گرم کرنے میں م حرارے صرف ہوئے ہیں۔ اگر حرارت کی وہ قلیل مقدار جو مائع کو پھیلانے میں صرف ہوئی ہے نظر انداز کر دیں تو یہ سب حرارت بخار میں اندرونی توانائی کی شکل میں موجود ہے۔ لہٰذا اگر °۰ م کی ابتدائی تپش سے اندرونی توانائی کو شمار کریں تو

اندرونی توانائی کا اضافہ $= \text{م} + \text{ل} - \frac{\text{د}(\text{ح}-\text{ھ})}{\text{جو}}$ حراری اکائیاں ---(۴)

چونکہ کسی شے کی کُل اندرونی توانائی دریافت کرنے کے ذرائع مہیّا نہیں ہیں اس لیے حالتِ صفری کے معیار قائم کرنے کا یہ آسان طریقہ ہے کہ مائع کو صفر درجہ کی تپش پر تصور کریں اور جتنا دباؤ صفر درجہ مئی پر سیر شدہ بخار کا ہوتا ہے اس کا دباؤ بھی اُتنا ہی قرار دیں اور تب اِس کی توانائی صفر مانیں۔ اس قرار داد کے بموجب کسی شے کی صفری حالت سے یہ مطلب ہوگا کہ اس میں اندرونی توانائی بالکل نہیں ہے۔ ۰م کی تپش کے نیچے اندرونی توانائی کو منفی مانتے ہیں۔

بخارات کا پھیلاؤ اور پچکاؤ۔ شکل ۱۱۷ میں ا ایک اُسطوانہ ہے جس میں فشارہ ب لگا ہے۔ اِس اُسطوانہ میں کسی مائع کی اکائی کمیتِ مادّہ بھری ہے اور مائع پر دباؤ پ کے برابر ہے۔ دباؤ، حجم کے نقشہ میں مائع کی اِس حالت کو نقطہ د ظاہر کرتا ہے۔ فرض کرو کہ فشارہ اُوپر کی جانب چلایا جائے اور اِسی درجہ ت پر بیرونی حرارت اُسطوانہ میں داخل



شکل ۱۱۷۔ اسطوانہ میں بخار کا پھیلاؤ

ہو سکے تو مائع میں تبخیر کی حرارتِ مخفی آجائیگی۔ اگر پ مستقل ہے تو فشارہ کی چال د ی خط مستقل دباؤ کے بموجب ہوگی اور ی پر پہنچنے تک تمام مائع بخار ہو جائیگا۔ چونکہ تپش مستقل رہی ہے۔ لہٰذا یہ تمام عمل ہم تپشی ہوگا۔ اب اُسطوانہ میں سیر شدہ بخار بھرا ہے۔ اگر فشارہ کو بالائی حرکت دی جائے تو بخار پھیلیگا اور دباؤ غیرہ خط ی ف کے مطابق کم ہوگا۔ بخارات مختلف طریقوں سے پھیلائے جاتے ہیں۔ اگر اُسطوانہ میں اتنی حرارت پہنچائی جائے کہ پھیلاؤ کے وقت تپش مستقل رہے تو ف پر بخار پُر گرم ہو جائیگا۔ گو بخار کی تپش اب بھی ت ا ہے مگر ف پر چونکہ دباؤ کم ہے اس لیے یہ تپش اِس کم دباؤ کی متناظر تپشِ سیری ا سے کہیں زائد ہے۔ اِس

قسم کا پھیلاؤ ہم تپشی ہوتا ہے۔

لیکن عملاً اکثر یہ کوشش کی جاتی ہے کہ پھیلاؤ کے وقت بخار پر گرم نہ ہونے پائے اور اُس کو صرف اِس قدر حرارت پہنچائی جاتی ہے کہ بخار سیر شدہ اور خشک رہے۔

اگر پھیلاؤ کے وقت حرارت نہ پہنچائی جائے یعنی حر ناگزار ہو تو جو بخاری پر خشک ہے (شکل ۱۱۶) ف پر نم ہو جائیگا۔ پانی کے بخار کی یہی حالت ہے چونکہ بخار پھیلا ہے لہذا فشارہ کی مزاحمت کے خلاف کام کیا گیا ہے اور یہ کام کرنے کے لیے حرارت بخار ہی سے اخذ کی گئی ہے۔

فرض کرو کہ ف پر بخار کی تپش ت ہے اور بخار سیر شدہ اور خشک ہے۔ اب اگر فشارہ دبا دیا جائے اور حرارت اُسطوانہ کے باہر آزادی کے ساتھ منتقل ہو سکے تو بخارات بستہ ہو سکتے ہیں۔ بخار مستقل تپش ت، پر تبخیر کی حرارتِ مخفی خارج کریگا اور دباؤ مستقل رہیگا جیسا کہ ف ج سے ظاہر ہے (شکل ۱۱۶)۔ یہ عمل ہم تپشی ہوا ہے اور ج پر تمام بخار کے بستہ ہونے سے اکائی کمیت مائع بن گئی ہے لیکن اِس مائع کی تپش ت، ابتدائی مائع کی تپش سے کم ہے اگر پانی پر دباؤ لگایا جائے اور حرارت پہنچائی جائے تو ابتدائی حالتیں پھر پیدا کی جا سکتی ہیں۔ اِس طرح ہم پھر نقطہ د پر واپس جا سکتے ہیں۔

اگر کسی جسم پر اِس طرح کے عمل متعدد مرتبہ کیے جائیں یعنی اس شے کو ابتدائی حالت سے شروع کیا جائے اور پھر اُس کی وُہی حالت پیدا کر دی جائے تو اِس کو **دَورِ اعمال** کہتے ہیں۔

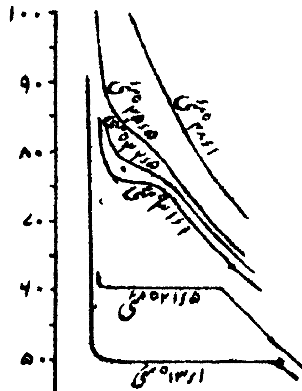
تپشِ فاصل۔ اگر کسی مستقل تپش اور دباؤ کے تحت کچھ پانی کا سیر شدہ بخار بنائیں تو اِس بخار کے حجم کو دباؤ کی زیادتی سے کم کر سکتے ہیں اور اگر تپش کو بھی بڑھا دیں تو سیر شدہ بخارات بلا سیر شدہ ہو جائیں گے اس لیے اِن کو سیر شدہ قائم رکھنے کے لیے اِن کے حجم کو کم کرنا پڑیگا۔ لہذا تپش اور دباؤ میں اضافہ کرنے سے پانی کی کسی معینہ مقدار کے سیر شدہ

بخارات کے حجم میں کمی ہو جاتی ہے اور چونکہ پانی بھی گرمی سے پھیلتا ہے اس لیے ایک خاص درجۂ تپش پر پانی کا حجم اور اُس کے سیر شدہ بخارات کا حجم برابر ہو جائیگا۔ اِس درجۂ تپش کو **تپش فاصل** کہتے ہیں۔ پانی کا یہ درجۂ فاصل ۳۶۵° م ہے۔ اِس درجۂ تپش پر پانی اور اِس کے بخار میں امتیاز نہیں کیا جا سکتا۔ یہ واضح ہو چکا ہے کہ سیر شدہ بخار کی تپش کے بڑھنے سے بخار کی حرارتِ مخفی کم ہو جاتی ہے یہاں تک کہ تپشِ فاصل پر حرارتِ مخفی صفر ہوتی ہے۔ تپشِ فاصل پر آبی بخارات کا دباؤ تقریباً ۱۹۴٫۶ کرہ ہوائی (۲۸۶۰ پونڈ فی مربع اِنچ) ہوتا ہے۔

جس وقت تک کسی مائع شے کا درجۂ تپش تپشِ فاصل سے کم نہ ہو اُس وقت تک اُس کو محض دباؤ سے بستہ نہیں کر سکتے۔ اماعت کے شروع ہونے سے پہلے تپش تپشِ فاصل سے کم کی جانی چاہیئے۔ لہٰذا تپشِ فاصل کی تعریف اس طرح کی جا سکتی ہے کہ یہ وہ تپشِ اعظم ہے کہ جس تک گیس کو محض دباؤ کے عمل سے بستہ کر سکتے ہیں۔ تپشِ فاصل پر سیر شدہ بخار کے دباؤ کو **فاصل دباؤ** کہتے ہیں۔ لفظ **گیس** کا اطلاق کسی شے پر صرف اُس وقت ہو سکتا ہے جب اِس کا درجۂ تپش تپشِ فاصل سے زیادہ ہو اور اگر اس کا درجۂ تپش، فاصل تپش سے کم ہو تو اس کو بخار کہتے ہیں۔ اس لیے بخارات کو محض دباؤ کے عمل سے بستہ کیا جا سکتا ہے لیکن کسی گیس کو نہیں۔

اینڈریوز[1] نے تجربہ سے معلوم کیا کہ اگر تپش ۳۱٫۱° م سے زیادہ نہیں ہے تو کاربن ڈائی آکسائیڈ محض دباؤ کے عمل سے بستہ نہیں کی جا سکتی۔ اِس تپش پر ۷۳٫۰ کرات ہوائی کے دباؤ کی (۱۰۷۴ پونڈ فی مربع اِنچ) ضرورت ہوتی ہے۔ شکل ۱۱۱ میں کاربن ڈائی آکسائیڈ کے لیے چند ہم تپشی خطوط کھینچے گئے ہیں۔ اگر کسی ہم تپشی خط کا کوئی جزو اُفقی ہو تو اِس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ اِس شے میں حرارتِ مخفی کا اضافہ ہو رہا ہے یا حرارت مخفی خارج ہو رہی ہے جس کی وجہ سے وہ شے یا تو بخار بن رہی ہے یا مائع کی صورت

[1] Andrews



شکل ۵۵ کاربن ڈائی آکسائڈ کے ہم تپشی[1] خطوط۔

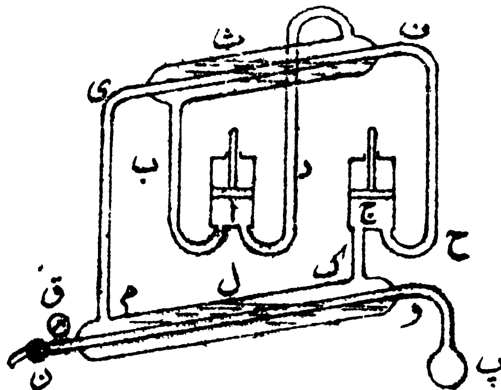
میں منتقل ہو رہی ہے۔ ملاحظہ سے معلوم ہوگا کہ ۳۱٫۱° ھ پر ۵۰ ہوائی کروں کے دباؤ سے گیس بستہ کی جا سکتی ہے اور اگر تپش ۳۱٫۱° ھ سے زیادہ ہے تو ماعت ناممکن ہے۔ لہٰذا کاربن ڈائی آکسائیڈ کی تپشِ فاصل ۳۱٫۱° مئی ہے۔ ذیل کی فہرست میں بعض فاصل تپشیں درج ہیں[1]:-

فاصل دباؤ اور تپشیں

اشیاء	تپش فاصل مئی	دباؤ فاصل کراتِ ہوائی
ہائیڈروجن	۲۳۴٫۵ -	۲۰
آکسیجن	۱۱۸ -	۵۰
ہوا	۱۴۰ -	۳۹
پانی	۳۶۵	۱۹۴٫۶
کاربن ڈائی آکسائیڈ	۳۱٫۱	۷۳
امونیا	۱۳۰	۱۱۵
سلفر ڈائی آکسائیڈ	۵۵٫۴	۷۸٫۹

[1] تفصیل کے لیے کے (Kaye) لیبی (Laby) کی طبیعی اور کیمیائی مقادیر مستقلہ (انگریزی) ملاحظہ ہو۔

گیسوں کا مائع بننا — گیس کو بستہ کرنے کے لیے دو چیزوں کی ضرورت ہوتی ہے یعنی دباؤ کی زیادتی اور تپش کی کمی۔ پمپ کی مدد سے دباؤ کافی درجہ تک بڑھایا جا سکتا ہے۔ کسی مائع کے بخار بننے سے جو خنکی پیدا ہوتی ہے اُس سے گیس کو تپشِ فاصل سے کم درجہ تک ٹھنڈا کر سکتے ہیں۔ پکٹیٹ[1] نے جس طریقہ سے آکسیجن کو مائع بنایا تھا وہ شکل ۱۱۹ سے ظاہر ہے۔ پمپ ا سلفر ڈائی آکسائیڈ کے بخار کو نلی ش سے نکالتا اور



شکل ۱۱۹۔ آکسیجن کو مائع بنانے کے لئے پکٹیٹ (Pictet) کا آلہ

دباؤ کے عمل سے (یہ بخار بآسانی مائع بن جاتا ہے) اِس کو رقیق بنا دیتا ہے اور اِس مائع SO_2 کو پھر ش میں ب کے راستہ سے پہنچا دیتا ہے۔ نلی ش "نلی ی ف" کے لیے جیکٹ یا غلاف کا بھی کام دیتی ہے۔ یہ مائع نلی ش میں پہنچ کر بخارات کی صورت میں منتقل ہوتا ہے اور حرارتِ مخفی کے برابر حرارت نلی ی ف سے جذب کرتا ہے۔ لہٰذا نلی ی ف مع اپنے مشمولات کے سرد ہو جاتی ہے۔
نلی ل میں کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس بھری ہے۔ ک سے

[1] Pictet ط

راستہ سے پمپ ج اس نلی سے گیس نکالتا ہے اور گیس کو بھچکا کر ی ف میں ح کے راستہ سے واپس پہنچا دیتا ہے۔ بخار بننے کی وجہ سے جو خنکی پیدا ہوتی ہے اُس سے کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس مائع بن جاتی ہے اور نلی ی م سے ہوتی ہوئی ل میں بخار بنتی ہے اور حرارتِ مخفی اخذ کرتی ہے اس لیے نلی ن و جو نلی ل کے اندر ہے مع اپنے مشمولات کے سرد ہو جاتی ہے۔ اسی طرح بحیثیتِ مجموعی نلی و ن کو دو دفعات میں سرد کیا جاتا ہے۔ پ فولاد کا ایک مضبوط برتن ہے جو نلی ن و سے جڑا ہے اور جس میں پوٹاسیئم کلوریٹ بھرا ہے۔ گرم کرنے پر اس نمک سے آکسیجن نکلتی ہے۔ نلی و ن کے منہ پر ٹھلمندن ن لگا ہے اور ق پر دباؤ ناپ یا فشارہ پیما لگا ہے۔ پ کو گرم کرنے پر آکسیجن پیدا ہوتی ہے اور چونکہ نلی ن و ٹھلمندن کی وجہ سے بند ہے اس لیے آکسیجن کا دباؤ بہت کافی مقدار تک بڑھ جاتا ہے۔ یہ دباؤ اور نلی ن و کی خنکی آکسیجن کو مائع بنانے کے لئے کافی ہوتے ہیں۔

ڈیوار[1] نے پکٹیٹ[2] کا ترمیم شدہ آلہ استعمال کرکے آکسیجن اور ہوا کو بہت کافی مقدار میں مائع بنایا اور اس قسم کے مائعات کو رکھنے کے لیے خلائی برتن ایجاد کیا جو اس کے نام سے موسوم ہے (صفحہ ۱۲۲)۔

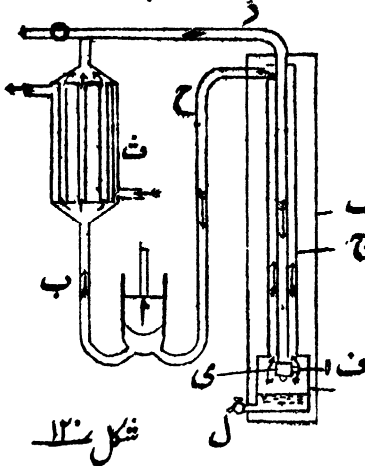
ہوا کو مائع بنانے کا آلہ مجوزۂ لنڈے[3] سملاء ڈ کیلون[4] اور ڈاکٹر جول[5] نے تجربہ سے ثابت کیا کہ جب بعض گیسیں کثیر دباؤ کے تحت کسی مسامدار ڈاٹ کے اندر سے گزاری جاتی ہیں تو وہ پھیل جاتی ہیں اور ان کے دباؤ میں کمی آجاتی ہے اور ساتھ ہی ساتھ تپش میں بھی کچھ تخفیف ہو جاتی ہے۔ ہوا کے لیے معلوم ہوا ہے کہ جب مسامدار ڈاٹ کے دونوں جانب دباؤ میں ایک کرہ ہوائی دباؤ کا فرق ہوتا ہے تو تپش ۰ء۲۵° مئی کم ہو جاتی ہے۔ ڈاکٹر لنڈے کا آلہ اسی اصول پر مبنی ہے۔ ہوا جو مسامات میں گزرنے پر کسی قدر سرد ہو گئی ہے اور ہوا کو سرد کرنے کے لیے استعمال کی جاتی ہے اسی ہوا کو متعدد مرتبہ مسامات میں

---

[1] Dewar [2] Pictet [3] Linde

[4] Kelvin [5] Joule

سے پھیلا کر ٹھنڈا کیا جاتا ہے۔ آلہ شکل ۱۲۰ میں درج ہے۔ پمپ ا ہوا کو پچکاتا ہے اور اِس ہوا کو نلکی ب کے رستے سرد آلہ ث میں بھیجنے پر ہوا سرد ہو جاتی ہے۔ سرد آلہ سے ہوا نلکی دی میں جاتی ہے۔ ی پر ختاقی کھلمندن لگا ہے جو ہوا کے دباؤ میں کمی کر دیتا ہے اور ہوا صندوق ف میں پھیلتی ہے۔



شکل ۱۲۰

ہوا کو مائع بنانے کے لئے لنڈے (Linde) کا آلہ

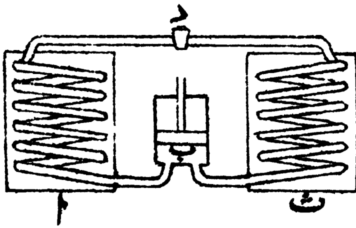
اِس طرح یہ ہوا کچھ سرد ہو کر نلکی ج کے راستہ اُوپر گزاری جاتی ہے۔ نلکی ج نلکی دی کے ارد گرد ہے اس لیے غلاف کا کام دیتی ہے اور چونکہ اِس کے اندر ٹھنڈی ہوا گذر رہی ہے اِس لیے نلکی دی بھی سرد ہوتی رہتی ہے اور وہ ہوا بھی جو نلکی دی میں ختاقی کھلمندن کی طرف جا رہی ہے ٹھنڈی ہوتی جاتی ہے۔ پھر یہ نلکی ج کی ہوا نلکی ح کے ذریعہ سے پمپ میں پہنچائی جاتی ہے۔ اور وہاں پچکا کر پھر پہلا طریقہ عمل میں لایا جاتا ہے۔ یہ عمل لگاتار کیا جاتا ہے اور کچھ عرصہ کے بعد مائع ہوا صندوق ف میں جمع ہو جاتی ہے۔ اِس مائع ہوا کو کھلمندن ل کے ذریعہ سے نکال لیتے ہیں نلکی ج اور دی ایک غلاف ک میں بند ہیں اور خالی جگہ میں کوئی غیر موصل شے بھری ہے۔ اِس حصہ کو تبادل کہتے ہیں۔ اکثر ہوا کا دو دفعاتی پچکانے والا آلہ استعمال میں آتا ہے جس میں ایک پمپ جزواً پچکی ہوئی ہوا کو دُوسرے پمپ میں پہنچا دیتا ہے اور جہاں پہنچ کر یہ ہوا اچھی طرح پچکائی جاتی ہے۔ ہوا ایک پمپ سے دُوسرے پمپ

تک پہنچنے میں سرد ہو جاتی ہے اور دُوسرا پمپ اِس کو ایک ایسے سرد الہ میں داخل کر دیتا ہے جو یخ اور نمک کے آمیزہ میں رکھا ہے۔ آلۂ تبادل میں جس کا اُوپر ذکر ہو چکا ہے تین ہم مرکزی نلیاں ہوتی ہیں جو لولبی کی شکل میں گھُمائی ہوئی ہوتی ہیں۔ اِس ترمیم شدہ آلہ سے مائع ہوا چند منٹوں میں حاصل کی جا سکتی ہے۔ اگر ابتداءً ٹھنڈا کرنے کے عمل میں کاربانک ترشہ کی برف استعمال کی جائے تو یہ عمل بہت سرعت سے ہو سکتا ہے۔

مبرّد مشینیں جن میں بخارات استعمال کیے جاتے

ہیں۔ زمانۂ حال کی سرد کرنے کی مشینوں میں بخارات سے کام لیا جاتا ہے۔ یہ بخارات بستہ کر لیے جاتے ہیں اور پھر ان کو بخارات کی صورت میں تبدیل کر لیا جاتا ہے۔ یہ عمل یکے بعد دیگرے ہوتا ہے۔ اس آلہ کا نقشہ شکل ۱۲۱ میں درج ہے۔

برتن ا میں ایک چکّردار نلکی ہے جس کے چاروں جانب وہ شے (عموماً کیلسیئم کلورائڈ کا نمکین پانی) بھری ہے جس کو سرد کرنا مقصود ہے۔ اگر چکّردار نلکی کے اندر کسی مائع کو بخار بننے دیں تو مائع اپنی حرارتِ مخفی کے برابر حرارت نمکین پانی سے اخذ کریگا اور پانی سرد ہو جائیگا۔



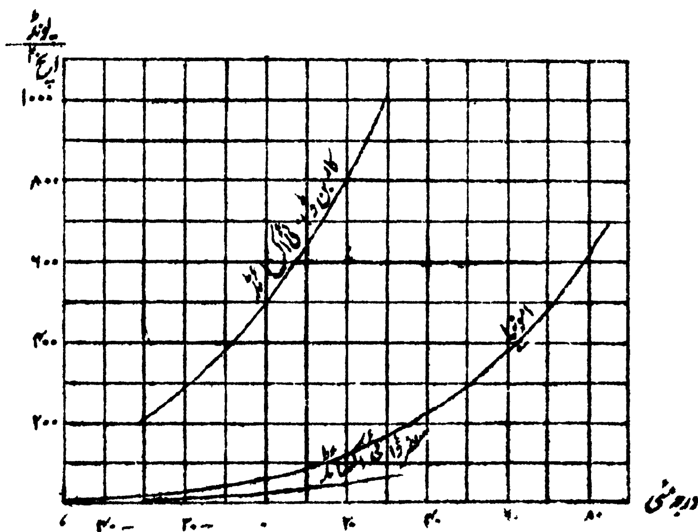
شکل ۱۲۱۔ سرد الہ جس میں بخار استعمال کیا جاتا ہے۔

برتن ا کی چکّردار نلکی میں جو بخارات بنتے ہیں اُن کو پمپ ب باہر نکال لیتا اور بھینچتا ہے۔ بھینچنے کے عمل میں دباؤ کی زیادتی سے تپش بھی بڑھ جاتی ہے۔ اِس بھینچی ہوئی ہوا کو پمپ ایک دُوسری چکّردار نلکی میں پہنچا دیتا ہے جو ظرف ث کے اندر ہے۔ اِس ظرف میں پانی

گردش کرتا رہتا ہے جس کی وجہ سے چکّردار نلکی کے اندر کے بخارات سرد ہو جاتے ہیں ۔ اب چونکہ اِس چکّردار نلکی میں بخارات کا دباؤ زیادہ اور تپش کم ہو گئی ہے لہذا یہ بخار مائع ہو جاتا ہے اور اپنی حرارت مخفی نمکین پانی میں منتقل کر دیتا ہے ۔ ضابطِ کھلمندرن د اِس مائع کو جو بخار کے لبستہ ہونے سے بنا ہے برتن ا کی چکّردار نلکی میں پہنچا دیتا ہے جہاں پر یہ مائع پھر بخار بن جاتا ہے کیونکہ دباؤ یہ سے بہت کم ہوتا ہے ۔ برتن ا سے نمکین سرد پانی کو نلکیوں کے ذریعہ اُن کمروں میں پہنچا دیتے ہیں جن کو ٹھنڈا کرنا مقصود ہے ۔ کمرہ میں گردش کرنے پر دیواروں اور کمرہ کی ہوا سے یہ نمکین پانی حرارت اخذ کر لیتا ہے اور خود گرم ہو جاتا ہے اور تب یہ پھر ا میں سرد ہونے کے لیے واپس چلا جاتا ہے ۔ اِس مقصد کے لیے کہ نمکین پانی برتن ا سے کمرہ میں اور کمرہ سے برتن ا میں چکر لگاتا رہے پمپ استعمال کیے جاتے ہیں ۔

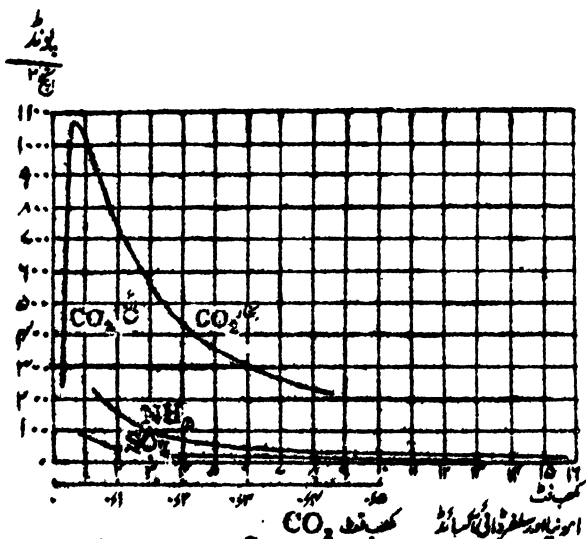
اشیاء جو مبرّد مشینوں میں استعمال کی جاتی ہیں

بخارات کی مدد سے مبرّد مشینوں میں عموماً نابیدہ امونیا کاربن ڈائی آکسائیڈ



شکل ۱۲۲ ۔ مبرّد اشیا کے دباؤ اور تپش میں رشتہ ظاہر کرنیوالی ترسیم

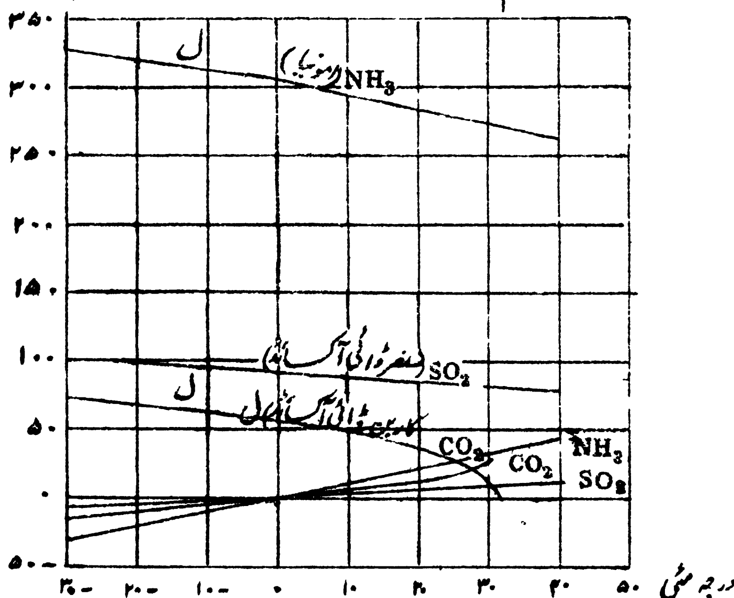
سلفر ڈائی آکسائیڈ استعمال کیے جاتے ہیں۔ پانی اس لیے استعمال نہیں کیا جاتا کہ یہ کم تپش پر منجمد ہو جاتا ہے۔ مذکورۂ بالا اشیاء میں وہ طبیعی خصوصیات موجود ہیں جن کی وجہ سے وہ سرد کرنے کے کام میں لائی جا سکتی ہیں اور تینوں اشیاء کے سیر شدہ بخار کی تپش اور دباؤ کا تعلق شکل نمبر ۱۲۲ میں دکھایا ہے۔ یہ واضح ہو جائیگا کہ پانی کے نقطۂ انجماد سے نیچے کی تپشوں پر سلفر ڈائی آکسائیڈ کے سیر شدہ بخار کا دباؤ نہایت قلیل ہوتا ہے۔ مثلاً - ۵ء۸ ۲° م پر دباؤ ۷ء پونڈ وزن فی مربع انچ مطلق اور بخار کے ایک پونڈ کا حجم ۳۰ء۱ مکعب فٹ (شکل نمبر ۱۲۳)۔ اس سے نتیجہ نکلتا ہے کہ تبریدی تپشوں پر آلہ میں ہوا کے داخل ہونے کا امکان ہے جس کا وجود آلہ کے استعمال میں خلل انداز ہوتا ہے۔ علاوہ ازیں چونکہ بخار کا حجم زیادہ ہوتا ہے اس لیے مشین کافی بڑی ہونی چاہیے۔ سلفر ڈائی آکسائیڈ والی مشینیں مکھن کے کارخانے کے لیے موزوں خیال کی جاتی ہیں کیونکہ ان کارخانوں میں بہت پست تپشوں کی ضرورت نہیں ہوتی۔



شکل نمبر ۱۲۳۔ مبرد اشیاء کے دباؤ اور نوعی حجم میں رشتہ ظاہر کرنیوالی ترسیم

امونیا کے سیر شدہ بخار کا دباؤ - ۲ء۱۲۳ درجہ پر ۱۶ پونڈ وزن فی مربع انچ مطلق ہوتا ہے لہٰذا امونیا کی مشینوں میں ہوا کی مداخلت کا اندیشہ نہیں - مذکورہ دباؤ پر سیر شدہ بخار کے ایک پونڈ کا حجم ۵۶ء۱۲ مکعب فٹ ہوتا ہے - کاربن ڈائی آکسائیڈ کے سیر شدہ بخار کا دباؤ - ۳ء۲۰ درجہ پر ۲۲۵ پونڈ وزن فی مربع انچ مطلق ہوتا ہے اور ایک پونڈ گیس کا وزن ۰۹ء۴ مکعب فٹ ہے - کاربن ڈائی آکسائیڈ کی مشینوں میں دباؤ کا زیادہ ہونا عمل میں کوئی دشواری نہیں پیدا کرتا بلکہ بخار کے حجم کی کمی کی وجہ سے مشین چھوٹی ہوتی ہے - کاربن ڈائی آکسائیڈ والی مشینیں اُن جہازوں پر استعمال کی جاتی ہیں جن میں گوشت وغیرہ بھیجا جاتا ہے - امونیا والی مشینیں زیادہ تر زمین پر استعمال کی جاتی ہیں -

شکل ۱۲۴ کی ترسیم میں مذکورۂ بالا اشیاء کی تبخیر کی حرارتِ مخفی دکھائی



شکل ۱۲۴ - مبرّد اشیاء کی حرارتِ مخفی مائع کی حرارت اور تپش کا باہمی تعلق ظاہر کرنیوالی ترسیم

گئی ہے۔ ۰، مجلدؤں والے نقطہ ہیں سے تینوں ترسیمیں جو گزرتی ہیں وہ حرارت بتاتی ہیں جو مائع میں صفر درجہ ٔ ئی پر داخل یا اس سے خارج کی جانی چاہیئے تاکہ مائع دوسری تپشوں پر لایا جاسکے۔

مبترد مشینوں کے کام کی شرح —— تبریدی اثر اور پچکانے والے آلہ میں جو کام کیا جاتا ہے ان دونوں کی نسبت کو مبترد مشینوں کی کارگزاری کی شرح کہتے ہیں۔ تبریدی اثر اس حرارت کو کہتے ہیں جو اس شے کی اکائی کمیت مادہ جذب کرتی ہے جو ا کی چکردار نلکی (شکل ۱۲۱) میں بھری ہے۔

اگر ا میں داخل ہونے پر سرد کرنے والی شئے کی حرارت ح ہے اور ا سے خارج ہونے پر حرارت ح ہے تو تبریدی اثر ان دونوں کے فرق کے برابر مانا جاسکتا ہے۔ پچکانے والے آلہ کے کام کی پیمائش اُس کام کے حراری معادل سے کی جاتی ہے۔ اس کی پیمائش ح۔ح سے ہوسکتی ہے جہاں ح پچکانے والے آلہ سے خارج ہونے پر مبترد شے کی حرارت ہے۔

$$\text{لہذا آلہ کی کارگزاری کی قدر یا شرح} = \frac{ح_1 - ح_2}{ح - ح_1}$$

یہ کسر ہمیشہ ایک سے بڑی ہوتی ہے اور عمل میں اسکی قیمت ۳ اور ۷ کے درمیان ہوا کرتی ہے اور اُن شرائط پر منحصر ہے جن کے تحت کام کیا جاتا ہے۔

پندرہویں فصل کی مشقیں

۱۔ ایک گرام پانی پر جس کی تپش ۱۶۰° م ہے ۶۳۲۳ گرام وزن فی مربع سمر دباؤ ڈالا گیا ہے۔ یہ دباؤ تپش مذکور پر سیر شدہ آبی بخار کے دباؤ کے برابر ہے۔ ۱۶۰° م تپش پر یہ پانی سیر شدہ بخار میں تبدیل کیا گیا ہے اور ۴۹۹ حرارے بطور حرارت مخفی کے جذب کرلیتا ہے۔ اگر بخار کا حجم ۳۰۶ء۵ مکعب سمر ہے تو بخار بننے کے وقت کا بیرونی کام معلوم کرو اور اس کام کو حراروں میں بیان کرو۔ یہ بھی بتاؤ

کہ اندرونی توانائی میں کس قدر اضافہ ہوا ہے۔

۲۔ اصطلاحات ذیل کی تعریف کرو: "بخار بننے کی حرارت" بخار کی حرارتِ مجموعی، حالت صفری، بخار کی اندرونی توانائی۔

۳۔ وہ بخار جو سیر شدہ ہے اور اس میں مائع نہیں ہے اس کو اگر (ا) ہم تپشی (ب) حرنا گزار طریقہ سے پھیلایا جائے تو اس میں کیا تغیرات واقع ہونگے۔ دلائل کے ساتھ جواب لکھو۔

۴۔ کسی فشارہ دار اسطوانہ میں ایک معین تپش پر سیر شدہ آبی بخار بھرا ہے۔ اگر فشارہ کو دبانے سے بخار کو ہم تپشی طور پر بچکائیں تو بتاؤ کیا واقع ہوگا۔ جواب کے ساتھ وجوہات بھی بیان کئے جائیں۔

۵۔ "دورِ اعمال" سے کیا مراد ہے؟ ایک مثال بھی دو۔

۶۔ کسی شے کی "تپش فاصل" اور "فاصل دباؤ" سے کیا مراد ہے۔ بیان کرو کہ تپشِ فاصل پر کسی شئے کی خصوصیات کیا کیا ہوتی ہیں۔

۷۔ آکسیجن کو مائع بنانے کا طریقہ بیان کرو اور آلہ کا خاکہ بھی دو۔

۸۔ ہوا کو مائع بنانے کے لئے لنڈے کا آلہ تشریح کے ساتھ بیان کرو اور خاکہ بھی دو۔ اس اصول کی بھی تشریح کرو جس پر اس آلہ کے کام کا انحصار ہے۔

۹۔ ایسی مبرد مشین کا عمل بیان کرو جس میں بخارات استعمال ہوتے ہیں۔ آلہ کا خاکہ بھی کھینچو۔

۱۰۔ مبرد مشینوں میں عموماً کونسی اشیائے مخصوصہ استعمال کی جاتی ہیں۔ ان کی خصوصیات بیان کرو اور بتاؤ کہ ہر ایک میں کیا خاص خاص فائدے ہیں۔

۱۱۔ مبرد مشینوں کی "کارگزاری کی شرح" سے کیا مراد ہے تفصیل کے ساتھ بیان کرو۔

۱۲۔ "ہم تپشی ترسیم" کی تعریف کرو۔ کسی شے (کاربن ڈائی آکسائیڈ) کے ہم تپشی خطوط کھینچو جب کہ وہ شے قدرے مائع اور قدرے گیسی حالت میں ہو، اور اس کی تپش، تپشِ فاصل سے (ا) کسی قدر کم اور (ب) کسی قدر زیادہ ہو۔ وہ کون کون سی حالتیں

ہیں جن میں کوئی شے گیسی حالت سے مائعی حالت میں بغیر سلسلہ کے منقطع کئے ہوئے پہنچائی جاسکتی ہے۔ [جامعۂ الہ آباد]

۱۳- کسی فشارہ دار اُسطوانہ میں ایک پونڈ سیر شدہ بھاپ بھری ہے اور اِس کا دباؤ ۷ کلوگرام وزنی فی مربع سمر ہے۔ بھاپ کو یہاں تک پھیلنے دیا گیا ہے کہ اِس کا دباؤ کم ہوتے ہوئے ۳ کلوگرام وزنی فی مربع سمر رہ گیا ہے۔ پھیلاؤ کے دوران میں بستگی کو دُور کرنے کے لئے کافی حرارت بھی بھاپ میں پہنچا دی گئی ہے۔ مقادیر مطلوبہ کو صفحہ ۲۳۱ کی فہرست سے لو اور دباؤ۔ حجم کی ترسیم کھینچو۔

۱۴- کسی فشارہ دار اُسطوانہ میں بھاپ کو ہم تپشی طریقہ سے پھیلانے میں ۱۲۵۰۰ فٹ پونڈ کام فشارہ پر صرف کیا گیا ہے۔ اُس حرارت کا حساب لگاؤ جو پھیلاؤ کے دوران میں بھاپ میں پہنچائی جانی چاہیئے۔

۱۵- ۰° م اور ۷۶ سمر سیماب دباؤ کے تحت خشک ہوا کی کثافت ۰۰۱۲۹۳ء۰ گرام فی مکعب سمر ہے۔ ۲۰۰ درجہ مئی اور ۱۵٫۸۹ کلوگرام وزنی مربع سمر دباؤ کے تحت سیر شدہ آبی بخار کے ایک کلوگرام کا حجم ۱۲۸۸ء مکعب میتر ہوتا ہے۔ اِن صورتوں میں بخار کی کثافت کا حساب لگاؤ اور انہی صورتوں کے تحت خشک ہوا کی کثافت سے بخار کی اس کثافت کا مقابلہ کرو۔ سیماب کی کثافت کو ۱۳٫۶ گرام فی مکعب سمر مان لو۔



سولہویں فصل

حرارتی انجن

حرارتی انجن — حرارتی توانائی کو حیلی کام میں تبدیل کرنے والے آلہ کو حرارتی انجن کہتے ہیں۔ یہ انجن بلند تپش پر حرارت جذب کرتے ہیں اور اِس حرارت میں سے کچھ حصہ کو کام میں تبدیل کر دیتے ہیں اور بقیہ کو پست تپش پر خارج کر دیتے ہیں۔ انجن میں حرارت داخل کرنے اور اُس میں سے حرارت خارج کرنے کے لئے مادی واسطہ کی ضرورت ہے۔ دُخانی انجنوں میں بخارات استعمال کئے جاتے ہیں۔ تیل اور گیس سے چلنے والے انجنوں میں احتراق پذیر گیسوں کا آمیزہ کام میں لایا جاتا ہے۔ گرم ہوا سے چلنے والے انجنوں میں دائمی گیسیں استعمال کی جاتی ہیں۔

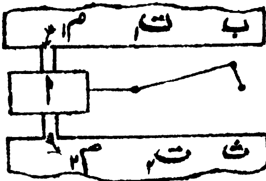
حرارتی انجن کی استعداد — اِنجن کے حیلی کام کو اُس کے اندر داخل کی ہوئی حرارتی توانائی کے ساتھ جو نسبت ہے اُس کو حرارتی انجن کی استعداد کہتے ہیں بشرطیکہ یہ دونوں حرارتی اکائیوں میں بیان ہوں۔ اگر حرارتی انجن $م_1$ حرارت کی اکائیاں جذب کرتا ہے اور $م_2$ خارج کرتا ہے تو $(م_1 - م_2)$ حرارت کی اکائیاں انجن میں غائب ہو جاتی ہیں لہٰذا اِس حرارت کا حیلی کام میں تبدیل ہو جانے کا امکان ہے اس لئے انجن کی استعداد زیادہ سے زیادہ $\frac{م_1 - م_2}{م_1}$ کے برابر ہو سکتی ہے۔

اول انجن میں کام کرنے والے مادّے کے دباؤ، حجم، تپش، وغیرہ، میں تغیر کیا جاتا ہے اور پھر اس مادّہ کو اِس کی ابتدائی حالت میں واپس کر دیا جاتا ہے۔ یا کم از کم یہ تصور ہی کر لیا جاتا ہے کہ وہ واپس ہو جاتا ہے۔ ابتدا سے آخر تک اُن تمام عملوں کے سلسلہ کو جو ابتدائی حالت تک واپسی کے لئے

درکار ہوتے ہیں دَورِ اعمال کہتے ہیں۔

کارنو کا دَورِ اعمال۔ کارنو کے دَورِ اعمال میں مستقل تپش $ت_۱$ پر حرارت انجن میں داخل ہوتی ہے اور مستقل تپش $ت_۲$ پر انجن سے حرارت خارج ہو جاتی ہے چونکہ اِس قسم کے انجن کے لیئے کامل ہم تپشی و حرناگزار استحالوں کا ہونا ضروری ہے اِس لیئے یہ انجن محض تخیلی ہے (صفحہ)۔

شکل ۱۲۵ میں ا کارنو کا ایک تخیلی انجن ہے۔ ب ایک گرم جسم ہے جس کی تپش $ت_۱$ پر مستقل رکھی جاتی ہے اور ث ایک سرد جسم ہے جس کی تپش $ت_۲$ پر قائم رکھی جاتی ہے۔ اِنجن میں گرم جسم ب سے حرارت پہنچائی جاتی ہے اور سرد جسم ث میں خارج ہو جاتی ہے۔ انجن سے جس قدر حرارت خارج ہوتی ہے سرد جسم اِس کو جذب کر لیتا ہے۔ فرض کرو کہ انجن میں مستعملہ شئے کی ابتدائی تپش $ت_۲$ ہے اور انجن پر ذیل کے عمل کیئے جاتے ہیں۔



شکل ۱۲۵
کارنو انجن کا عمل

پہلا عمل۔ انجن کی شئے کو حرناگزار طریقہ پر پچکایا جاتا ہے یہاں تک کہ اِس کی تپش $ت_۱$ ہو جاتی ہے۔

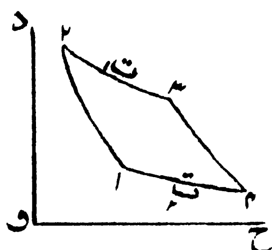
دُوسرا عمل۔ انجن کی شے کو ہم تپشی طور پر پھیلایا جاتا ہے پھیلاؤ کے وقت انجن میں گرم جسم ب سے مستقل تپش $ت_۱$ پر حرارت آتی ہے۔ جب جسم میں $م_۱$ حرارت کی اکائیاں داخل ہوتی ہیں تو یہ عمل موقوف کر دیا جاتا ہے۔

تیسرا عمل۔ شئے کو حرناگزار طور پر پھیلایا جاتا ہے یہاں تک کہ اُس کی تپش $ت_۲$ تک کم ہو جاتی ہے۔

چوتھا عمل۔ شے کو ہم تپشی طور پر پچکایا جاتا ہے اور اُس کی تپش $ت_۲$ پر مستقل رکھی جاتی ہے۔ اِس عمل کے دَوران میں انجن $م_۲$ حرارت

کی اکائیاں خارج کرتا ہے اور یہ حرارت سرد جسم ٹ میں جذب ہو جاتی ہے۔ ابتدائی حجم، دباؤ وغیرہ حاصل ہو جانے پر اس عمل کو بند کر دیا جاتا ہے۔ اِس وقت دَور کی تکمیل ہو جاتی ہے۔

شکل ۱۲۶ کے حوالہ سے یہ دَور بآسانی سمجھ میں آسکتا ہے مراحل حسبِ ذیل ہیں:۔



شکل ۱۲۶۔ کارنو کے دَور کی توضیح کیلئے دباؤ۔حجم کا نقشہ

۱ ۲ ت۲ سے ت۱ تک حرناگزار پچکاؤ ہوتا ہے۔

۲ ۳ ت۱ پر ہم تپشی پھیلاؤ ہوتا ہے۔انجن میں داخل ہونے والی حرارت = م۱

۳ ۴ ت۱ سے ت۲ تک حرناگزار پھیلاؤ ہوتا ہے۔

۴ ۱ ت۲ پر ہم تپشی پچکاؤ ہوتا ہے۔انجن سے خارج ہونے والی حرارت = م۲

۲ ۳ اور ۳ ۴ عملوں میں انجن نے بیرونی کام کیا ہے۔

اور ۴ ۱ اور ۱ ۲ کے دَوروں میں انجن پر کام کیا گیا ہے۔

حرارت جو انجن میں غائب ہوتی ہے (م۱ - م۲) کے برابر ہے اور یہ حرارت کُل بیرونی کام کے مساوی ہے۔

دَورِ کارنو انقلاب پذیر ہوتا ہے۔ یہ امر نہایت غور طلب ہے کہ کارنو کا دَور سیدھا یا اُلٹا دونوں صورتوں سے تکمیل پا سکتا ہے۔ جیسا کہ اگر ہم اِس دَور کو نقطہ ۲ سے شروع کریں تو بلحاظ شکل ۱۲۶

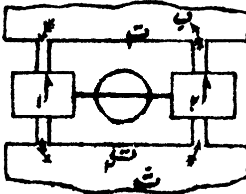
۲ ۱ ت۱ سے ت۲ تک حرناگزار پھیلاؤ ہوگا۔

۱ ۴ ت۲ پر ہم تپشی پھیلاؤ ہوگا۔ سرد جسم سے آنے والی حرارت = م۲

۴ ۳ ت₁ سے ت₁ تک مڑنا گزار پہچکاؤ ہوگا۔

۳ ۲ ت₂ پر ہم تپشی پھیلاؤ ہوگا۔ گرم جسم میں داخل ہونے والی حرارت = ھم
دور کا الٹے طریقہ پر تکمیل پانا اس لئے ممکن ہے کہ انجن مستقل تپشوں پر حرارت جذب اور
خارج کرتا ہے یعنی حرارت کا بہاؤ اسی وقت ہوتا ہے جب کہ انجن کی تپش سرد یا گرم جسم کے برابر ہوجاتی ہے۔
اگر کارنو کا انجن الٹا چلایا جائے تو سرد جسم سے حرارت کی ایک مقدار خارج ہوتی ہے جو
مساوی ہے اُس حرارت کے جو وہ انجن کے سیدھا چلانے میں حاصل کرتی ہے۔ گرم جسم میں ایک
مقدار حرارت داخل ہوتی ہے جو مساوی ہے اُس مقدار کے جو اس سے پہلے یعنے سیدھے دور میں
خارج ہوئی تھی۔ (م₁-م₂) اسی بیرونی کام کے حراری معادل کے مساوی ہے جو مستعلہ شئے پر کیا جانا
چاہیئے۔ پس الٹی سمت میں کام کرتے وقت اسی انجن کو ایک حرارتی پمپ سے تعبیر کرسکتے ہیں۔

کارنو انجن کی استعداد — اگر کوئی انجن ت₁ اور ت₂ تپشوں کے
درمیان کام کر رہا ہے تو اس کی استعداد ایسے انقلاب پذیر انجن سے زیادہ نہیں
ہوسکتی جو اسی سلسلۂ تپش کے درمیان کام کر رہا ہو۔ شکل نمبر ۱۲۷ میں ا₁ ایک ایسا
حرارتی انجن ہے کہ جس کا دور انقلاب
پذیر نہیں ہے اور ا₂ ایسا حرارتی انجن ہے
کہ جس کا دور منقلب ہوسکتا ہے۔
فرض کرو کہ ا₁ سیدھا چلتا ہے اور
گرم جسم ب سے م حرارت
جذب کرتا ہے اور سرد جسم ث
میں م مقدار حرارت خارج کر
دیتا ہے۔ انجن ا₂ الٹا چلتا ہے
اور ث سے م₂ حرارے جذب
کرتا ہے اور ب میں م₂ حرارے خارج کرتا ہے۔ فرض کرو کہ ا₁ کی استعداد
ا₂ کی استعداد سے زیادہ ہے اور انجن ا₁ انجن ا₂ کو چلاتا ہے گویا کہ یہ
دونوں انجن مل کر ایک خود کار مشین کی طرح عمل کرتے ہیں۔



شکل نمبر ۱۲۷ ۔ کارنو انجن کی استعداد

چونکہ ا₁ کی استعداد ا₂ کی استعداد سے زیادہ فرض کی گئی ہے اس لئے

$$\frac{م'_{1} - م'_{2}}{م'_{1}} > \frac{م_{1} - م_{2}}{م_{1}} \quad ......(۱)$$

(ا) فرض کرو کہ $م'_{1} - م'_{2} = م_{1} - م_{2}$ ......(۲)

تو $م'_{1} < م_{1}$ ......(۳)

نیز (۲) اور (۳) سے $م'_{2} < م_{2}$ ......(۴)

مساوات (۳) سے ظاہر ہے کہ گرم جسم ب نے $(م_{1} - م'_{1})$ مقدارِ حرارت حاصل کی ہے اور (۴) سے ظاہر ہے کہ سرد جسم ث نے $(م_{2} - م'_{2})$ مقدارِ حرارت ضائع کی ہے۔ لہٰذا انجنوں کے ہر دور میں سرد جسم حرارت ضائع کریگا اور گرم جسم حرارت حاصل کریگا۔

اب تک یہ تجربہ میں نہیں آیا کہ کوئی خود کار مشین سرد جسم سے گرم جسم میں حرارت مسلسل منتقل کیا کرے۔ یہ اصول حرحرکیات کا دوسرا کلیہ مانا جاتا ہے۔

(ب) فرض کرو کہ مساوات (۱) میں $م'_{1}$ اور $م_{1}$ برابر ہیں تو نا تساوی (۱) کے صحیح ہونے کی حالت میں یہ ضروری ہے کہ $م'_{1} - م'_{2} > م_{1} - م_{2}$ ......(۵)

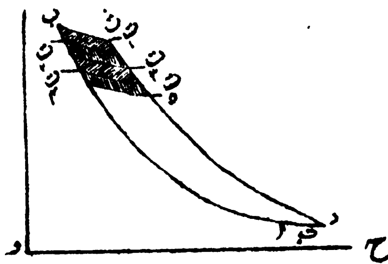
لہٰذا $م'_{2} < م_{2}$ ......(۶)

لہٰذا نا تساوی (۶) سے معلوم ہوگا کہ سرد جسم ث نے $(م_{2} - م'_{2})$ مقدارِ حرارت کھوئی ہے لیکن مفروضہ کے لحاظ سے گرم جسم ب نہ تو حرارت کھوتا ہے اور نہ حاصل کرتا ہے۔ لہٰذا ا کو چلانے کے لئے توانائی سرد جسم کی حرارت سے اخذ ہوتی ہے۔ پس حرحرکیات کا دوسرا کلیہ اس طرح پر بھی بیان کیا جا سکتا ہے کہ اگر کوئی جسم اس کے ماحول کے اجسام سے زیادہ سرد ہو تو اس سے حرارت اخذ کرکے کوئی کار آمد کام متواتر نہیں حاصل کیا جا سکتا۔

اگر اس کلیہ کو صحیح مان لیں تو یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ کسی دو تپشوں کے درمیان کام کرنے والے ایک حرارتی انجن کی استعداد اِن ہی دو تپشوں کے

مابین کام کرنے والے انقلاب پذیر انجن کی استعداد سے زیادہ نہیں ہوتی۔ لہٰذا کسی دو مقررہ تپشوں کے درمیان کام کرنے والے انقلاب پذیر انجنوں کی استعدادیں مساوی ہوتی ہیں۔

کیلون کا مطلق پیمانۂ تپش — فرض کرو کہ $ت_۱$ اور $ت_۲$ مطلق تپشوں کے درمیان کام کرنے والے کارنو کے حرارتی انجن کے لئے ا ب ٹ د جحم۔دباؤ کا نقشہ ہے، جو شکل ۱۲۸ میں دکھایا ہے۔ فرض کرو کہ کارنو کے اور بہت سے انجن اس طرح ترتیب دیے گئے ہیں کہ پہلا انجن گرم جسم سے $م_۱$ مقدارِ حرارت لیتا ہے اور $م_۲$ مقدارِ حرارت دوسرے انجن میں خارج کر دیتا ہے۔ یہ دوسرا انجن پہلے انجن سے $م_۲$ مقدارِ حرارت لے کر تیسرے انجن میں $م_۳$ مقدارِ حرارت خارج کرتا ہے اور بقیہ تمام انجن اسی طرح سے کام کرتے ہیں۔



شکل ۱۲۸ ۔ کارنو انجنوں کے لئے دباؤ۔ حجم کا نقشہ

پہلے انجن کا بیرونی کام $= (م_۱ - م_۲)$

اور دوسرے انجن کا $= (م_۲ - م_۳)$ وغیرہ۔ فرض کرو کہ پہلے انجن کی ابتدائی تپش $ت_۱$ ہے اور آخری تپش $ت_۲$ اور دوسرے انجن کی ابتدائی اور آخری تپشیں $ت_۲$ اور $ت_۳$ وغیرہ ہیں۔ کیلون کے مطلق پیمانۂ تپش کے بموجب اگر سلسلہ کے تمام انجن ہر دور میں مساوی کام کرتے ہیں تو ہر انجن کی تپشوں کی سعت بھی مساوی ہوگی۔ یعنی

$$\text{اگر} \quad (م_۱ - م_۲) = (م_۲ - م_۳) = (م_۳ - م_۴) = \text{وغیرہ}$$

$$\text{تو} \quad (ت_۱ - ت_۲) = (ت_۲ - ت_۳) = (ت_۳ - ت_۴) = \text{وغیرہ}$$

Kelvin کل

یہ مطلق پیمانہ کسی خاص شے کی خصوصیات کے غیر تابع ہے۔

تپش کا صفر مطلق۔ شکل ۱۲۸ میں ایک سلسلہ کے انجنوں سے جو کام کیا جاتا ہے اس کو دھندلے رنگ کے رقبوں کے ذریعہ بتایا گیا ہے اور یہ رقبے سلسلہ کے ہر انجن کے لئے مساوی ہیں۔ اگر پانی کے نقاطِ انجماد و جوش کے درمیان سو انجن کام کر رہے ہیں تو ہر انجن کی تپشوں کی سعت ایک درجہ مئی ہوگی۔ اگر اسی طرح تپش میں ایک ایک درجہ اترتے ہوئے انجنوں سے کام لیا جانا تصور کیا جائے تو آخری انجن ایک درجۂ مطلق پر حرارت جذب کریگا اور بیرونی کام کرنے کے بعد اِس میں خارج کرنے کے لئے کچھ بھی حرارت باقی نہ رہیگی۔ پیمانۂ کیلون کے صفرِ مطلق کی تعریف اِس طرح کی جاتی ہے کہ کارنو انجن کے سلسلۂ تپش کی یہ آخری انتہا ہے کہ جس پر انجن کی تمام حرارت بیرونی کام کو انجام دینے میں صرف ہو جاتی ہے۔ تجربہ سے معلوم ہوا ہے کہ کیلون کا صفر مطلق اور گیسی تپش پیما کا صفر ایک ہی ہوتے ہیں (صفحہ)۔ کیلون کے مطلق پیمانہ پر جو تپشیں ناپی جاتی ہیں اُن کو مطلق تپشیں کہتے ہیں۔

تپش کی رقموں میں استعداد کی تعیین۔ مذکورۂ بالا سلسلہ کے تمام انجنوں میں حرارت م برابر برابر منقسم ہے یعنی ہر انجن میں حرارت کا اُتار مساوی ہے اور نیز تپش کا اُتار مساوی ہوتا ہے اس لئے مقدارِ حرارت کیلون کی تپشِ مطلق کے تناسب ہے۔ سلسلہ کے پہلے انجن کی استعداد

$\frac{م_1 - م_2}{م_1}$ ہے۔ پس اگر یہ انجن $ت_1$ اور $ت_2$ تپشوں کے درمیان کام کرتا ہے تو استعداد $= \frac{ت_1 - ت_2}{ت_1}$

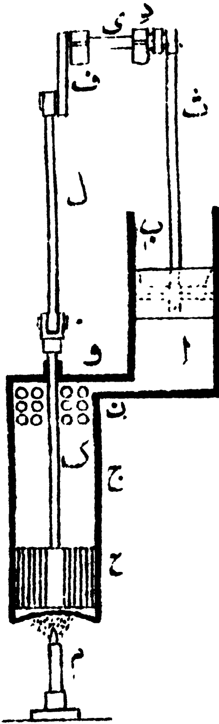
اگر انجن $م_1$ مقدارِ حرارت لیتا ہے تو انجن سے اعظم کام بقدر

$م_1 \left(\frac{ت_1 - ت_2}{ت_1} \right)$ حاصل کیا جا سکتا ہے۔

دورِ کارنو سے جس قدر نتائج نکالے گئے ہیں وہ سب صحیح ہیں

اس لئے کہ تجربۂ انسانی کے موافق ہیں۔ چونکہ یہ دَور محض خیالی ہی خیالی ہے لہٰذا عمل میں اِس کا پورے طور پر احساس نہیں ہوتا اِس لئے اَور یہ متعدد دَور نکالے گئے ہیں جو حقیقی انجنوں کے کام سے فی الواقع موافقت کرتے ہیں۔

گرم ہوا سے چلنے والے انجن۔ اِس قسم کے انجنوں کا عمل شکل ۱۲۹ کے حوالہ سے بآسانی سمجھ میں آ جائیگا۔ ا ایک اسطوانہ ہے جس میں نشارہ ب لگا ہے۔ یہ فشارہ سلاخ ث کی مدد سے کرینک (Crank) د سے جڑا ہے اور د ایک پھرنے والی سلاخ ی سے جڑا ہے۔ سلاخ ی میں ایک اَور کرینک ف لگا ہے جو کرینک د سے ۹۰° کا زاویہ بناتا ہے۔ ایک دُوسرے اُسطوانہ ج میں ایک ڈسپلیسر[1] (خارج) ح موجود ہے۔ یہ خارج ک اور ل سلاخوں کے ذریعہ سے کرینک ف سے جوڑ دیا گیا ہے۔ ف اِس خارج کو اُوپر نیچے چلاتا ہے۔ ج کے نیچے کا حصہ ایک بنسنی شعلہ م یا بھٹی سے گرم کیا جاتا ہے اور اُوپر کا حصہ سرد پانی سے ٹھنڈا رکھا جاتا ہے جو ن نلوں میں گردش کر رہا ہے۔ و ایک نلی یا راستہ ہے جو اِن دونوں اُسطوانوں ا اور ج میں مستقل آمد و رفت پیدا کرتا ہے۔



شکل ۱۲۹ گرم ہوا سے چلنے والے انجن کا نقشہ

---

[1] Displacer

(محرک اُسطوانہ ہے۔ فشارہ ب پر دونوں اُسطوانوں کے اندر کی ہوا کا دباؤ کام کرتا ہے۔ یہ دباؤ فشارہ ب کی بالائی چال کے وقت بڑھ جاتا ہے اور زیریں چال کے وقت کم ہو جاتا ہے۔ اِس کی توضیح ذیل کے بیان سے ہو جائیگی۔ خارج ح اس طرح کا بنا ہے کہ اس میں ہوا کا گزر بآسانی ہو سکتا ہے۔ شکل ۱۲۹ میں خارج ح اپنی زیرین چال کے اختتام پر بتایا گیا ہے۔ ہوا اُسطوانہ ج کے بالائی سرے میں چلی گئی ہے جہاں پر سرد نلکیاں موجود ہیں۔ ہوا ٹھنڈی ہو جانے کی وجہ سے دباؤ میں کمی پیدا ہو جاتی ہے۔ اِس صورت میں فشارہ ب نے اپنی نصف چال نیچے کی جانب پوری کر دی ہے۔ بقیہ نصف چال کے تکمیل پانے کے وقفہ میں ح اُوپر اُٹھنا شروع کرتا ہے اور ہوا اُسطوانہ ج کے نیچے کے سرے میں چلی آتی ہے اور گرم دیواروں کے تماس سے گرم ہو جاتی ہے۔ اِس گرمی کی وجہ سے ہوا کا دباؤ بڑھ جاتا ہے اور ب کی بالائی چال اس بڑھتے ہوئے دباؤ کی مدد سے تکمیل پاتی ہے۔ چونکہ ہوا کا دباؤ کرۂ ہوائی کے دباؤ سے کبھی قدرے زیادہ اور کبھی قدرے کم ہوتا ہے اس لئے یہی ہوا بار بار استعمال کی جا سکتی ہے۔ اِس قسم کے انجن کم طاقت کے کاموں کے لئے موزوں ہیں۔

یہ خارج ح سٹرلنگ[1] کے ایجاد کردہ **مکوّن** سے ملتا جلتا ہے۔ خارج کے عمل کو خوب سمجھ لینا چاہیے۔ گرم ہوا کے ح میں گزرنے پر حرارت کی کافی مقدار خارج جس مادّے سے بنا ہے اُس میں جذب ہو جاتی ہے اور جب گرم ہوا ح میں سے نیچے کی جانب آتی ہے تو یہ حرارت ح سے ہوا میں منتقل ہو جاتی ہے۔ خارج میں تپش کا سلسلہ اس طرح پر قائم ہے کہ اِس کے زیرین حصہ کی تپش گرم اُسطوانہ کے پیندے کی تپش کے برابر ہوتی ہے اور بالائی حصہ کی تپش سرد نلوں کی تپش کے برابر ہوتی ہے۔ گرم ہوا جب ح میں ہو کر اُوپر کی جانب جاتی ہے تو حرارت خارج کر دیتی ہے اور سرد ہوا نیچے کی جانب گزرنے پر گرم ہو جاتی ہے۔ اِن دونوں صورتوں میں ہر لمحہ اور جگہ پر ہوا کی تپش

---

[1] Stirling

خارج کی تپش کے برابر ہوتی ہے۔ مکون کی وجہ سے حرارت بہت کم ضائع ہوتی ہے۔ مکون کا ہوا کو سرد اور گرم کرنے کا عمل قریب قریب انقلاب پذیر ہوتا ہے۔ یہ معلوم کر لینا چاہیئے کہ خارج ح ہوا کے حجم میں کمی بیشی نہیں کرتا بلکہ ہوا کو ایک جگہ سے دوسری جگہ میں منتقل کر دیتا ہے۔

سولہویں فصل کی مشقیں

۱۔ تشریح کے ساتھ بیان کرو کہ حرارتی انجن سے کیا مراد ہے۔ اگر انجن ایک دور میں حرارت کی ۲۴۳۶ و ۲۴ اکائیاں جذب کرتا ہے اور ۲۲ ، ۱۹ اکائیاں خارج کرتا ہے تو اس کی استعداد کا حساب لگاؤ۔

۲۔ دورِ کارنو کو بالتشریح بیان کرو اور دباؤ حجم کے نقشہ کا حوالہ دو۔

۳۔ حرارتی انجن کے "انقلاب پذیر" ہونے سے کیا مراد ہے؟ کارنو کے اُلٹے دور کو صاف صاف بیان کرو۔

۴۔ حرحرکیات کا دوسرا کلیہ بتاؤ۔ اور اس کلیہ کی مدد سے ثابت کرو کہ دو مقررہ تپشوں کے درمیان کام کرنے والے حرارتی انجنوں میں کسی انجن کی استعداد انقلاب پذیر انجن کی استعداد سے زیادہ نہیں ہو سکتی۔

۵۔ کیلون کے پیمانۂ مطلق تپش کی تشریح کرو۔ اس پیمانہ کے صفرِ مطلق کی تعریف کرو۔

۶۔ اگر کارنو کا حرارتی انجن ۱۸۰ درجہ مئی کی تپش پر ۵۰۰۰ پونڈ درجہ مئی حرارت کی اکائیاں فی گھنٹہ جذب کرتا ہے اور ۸۰ درجۂ مئی پر حرارت خارج کرتا ہے تو اس کی استعداد کا حساب لگاؤ۔ بتاؤ کہ یہ انجن ایک گھنٹہ میں کتنے فٹ پونڈ کام کریگا۔

۷۔ گرم ہوا سے چلنے والے انجن کے عمل کو بیان کرو۔ اور بتاؤ کہ مکون کا کام کیا ہے۔

۸۔ مادہ کی وہ تین خصوصیات بتاؤ جن میں تپش کے گھٹنے بڑھنے سے تغیر ہو جاتا ہے۔ اور بیان کرو کہ ان خصوصیات میں سے کسی ایک کو کس طرح پر پیمانۂ

تپش کے لئے کام میں لاتے ہیں۔

بتاؤ کہ یہ کیسے ممکن ہے کہ پیمانۂ تپش کسی مادّی واسطہ کی خصوصیات سے غیر تابع ہو۔ [جامعۂ ادیلاد]

۹ ۔ انجن کے سادہ انقلاب پذیر دَور کو مانتے ہوئے مطلق تپش کے پیمانہ کی ساخت کی تصریح کرو۔

[جامعۂ الہ آباد]



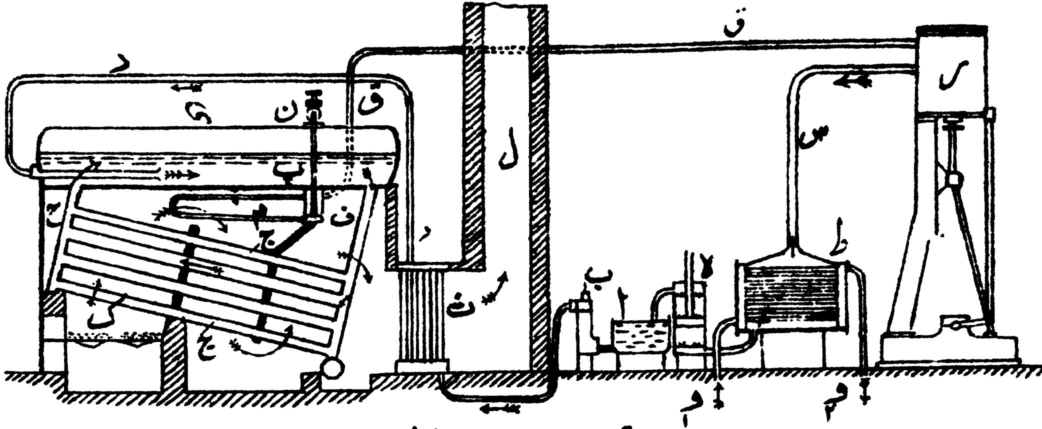
سترہویں فصل

دُخانی انجن اور جوش دان

دُخانی انجن کا دَور ۔ شکل نمبر ۱۳۰ میں دُخانی طاقت کے کارخانہ کا دَور دکھایا گیا ہے اور اس میں انجن اور جوش دان اور اس کے ضروری لوازمات کا خاکہ بنا ہُوا ہے ۔ ابتدا میں حوض ا کا پانی جس کو "گرم کنواں" کہتے ہیں ایک پمپ ب کے ذریعہ سے کھینچ کر استعمال کا پانی گرم کرنے والے ظرف ث میں پہنچایا جاتا ہے ۔ اس پانی کو گرم کرنے والے ظرف میں عموماً نلوں کی قطاریں ہوا کرتی ہیں جو جوش دان سے نکلتی ہوئی آگ میں رکھی ہوتی ہیں ۔ اس کا خاص مقصد یہ ہوتا ہے کہ ٹھنڈے پانی کی تپش جوشدان کے پانی تک پہنچ جائے ۔ یہ پانی نل د سے نکال کر لمبے اُسطوانہ نما ڈھول ی میں پہنچایا جاتا ہے جو جوش دان کا جزو ہے ۔ اس خاکے میں جس جوش دان کی شکل بنی ہوئی ہے ببکاک[1] اور وِلکاکس کے نمونہ کا ہے ۔ متعدد مائل نل ف اور ح اسطوانہ ی سے ملا دیئے گئے ہیں اور بہت سی جھکی ہوئی نلیوں ج کی قطاریں ف اور ح سے جوڑ دی گئی ہیں ۔ ک ایک بھٹی ہے جس سے جلتی ہوئی آگ کی گرم گیسیں نکل کر جھکی ہوئی نلیوں ج میں پہنچ جاتی ہیں اور وہاں خاص قسم کی تختیوں کے ذریعہ سے نیچے کے نلوں میں چلی جاتی ہیں اور پھر اُوپر کی طرف عود کرتی ہیں ۔ بعد ازاں یہ گیسیں استعمال کا پانی گرم کرنے کے ظرف ث کی نلیوں کے گرد چکر کھاتی ہیں اور وہاں سے چمنی ل میں پہنچ جاتی ہیں ۔ جوش دان کے اندر پانی کی سطح اُسطوانہ ی

---

[1] Babcock اور Wilcox



شکل نمبر ۱۳۰ - دخانی کارخانہ کا نقشہ -

ا - گرم کنواں،
ب - پمپ،
ت - پمپ کے پانی کو گرم کرنے کا ظرف
د - پانی آنے کا نل،

ی - پانی اور بھاپ کا ڈھول
ف، ج، ح - جوشندان میں پانی کی گردش کیلئے نل،
ک - بھٹی
ل - چمنی
م - پُرگرمہ

ن - بھاپ روک کھلکنڈن
پ - پُرگرمہ کے لئے بھاپ کا نل،
ق - انجن کیلئے بھاپ کا نل،
ر - دخانی انجن،
س - اخراجی نل،

ط - سطحی مکثفہ
و۱ - مکثفہ میں گردشی پانی کے ادخال کا راستہ
و۲ - مکثفہ میں گردشی پانی کے اخراج کا راستہ
لا - ہوا پمپ

رکے محور تک بلند ہوتی ہے۔ چونکہ تمام نلیاں ج جھکی ہوئی ہیں اور گرم گیسیں نلوں کے بالائی سروں کے گرد چکر کھاتی ہیں اس وجہ سے پانی نلیہ ں ف میں نیچے کی طرف گردش کرتا ہے اور پھر نلوں ج میں اور بعد ازاں اوپر کی جانب نلوں ح میں ہوکر اسطوانہ نما ڈھول ی میں پہنچ جاتا ہے۔اس قسم کے جوش دان کو پانی کے نل والا جوش دان کہتے ہیں۔

بھاپ اسطوانہ نما ڈھول ی کے بالائی حصہ میں جمع ہوتی ہے اور روک کھلسندن ن میں ہوکر خارج ہوتی ہے۔ بھاپ نل پ میں ہوکر متعدد نلوں کی ایک قطار م میں پہنچتی ہے اور ان نلوں کے گرد گرم بھٹی کی گیسیں چکر کھاتی ہیں۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ بھاپ کی تپش بہت بڑھ جاتی ہے یہاں تک کہ اس کی تپش اسطوانہ ی کی سیر شدہ بھاپ کی تپش سے کہیں زائد ہوتی ہے اور اس طرح یہ پُرگرم بھاپ بن جاتی ہے صفحہ ۲۱۸۔ نل م بھاپ کو پُرگرم بنا دیتا ہے اور بھاپ اس سے بذریعۂ نل ق خارج کی جاتی ہے اور وہاں سے انجن ر تک پہنچائی جاتی ہے۔یہاں پر اس بھاپ سے کام لیا جاتا ہے اور بعدہٗ یہ بھاپ بہت قلیل دباؤ اور تپش کی حالت میں نل س کے ذریعہ سے مکثفہ ط میں پہنچ جاتی ہے مکثفہ ایک برتن ہے جس کا خاکہ شکل میں دیا ہے۔ اس برتن میں بہت سی تانبے کی نلیاں ہوتی ہیں جن میں ٹھنڈا پانی گردش کرتا ہے۔ یہ گردشی پانی د کے راستہ سے داخل ہوتا اور د سے خارج ہوجاتا ہے۔ انجن کی بھاپ نلوں کے گرد ہوکر گذرتی ہے اور نلوں کی ٹھنڈی سطح سے مَس ہونے پر بستہ ہوجاتی ہے۔اس قسم کے مکثفہ کو سطحی مکثفہ کہتے ہیں۔ مکثفہ کی اس جگہ میں جس میں بھاپ رہتی ہے ہوا پمپ کے ذریعہ جزوی خلا پیدا کردیتے ہیں جو ہوا کو اندر کی جانب کھینچتا ہے اور ساتھ ہی اس کے اس پانی کو بھی کھینچ لیتا ہے جو بھاپ کے بستہ ہونے سے بنتا ہے۔یہ ہوا پمپ اس پانی کو گرم کنوئیں ا میں پہنچا دیتا ہے۔

اس سے یہ امر واضح ہوگیا ہوگا کہ وہ حرارت جو جلتی ہوئی آگ سے

عمل سے خارج ہوتی ہے تین کام انجام دیتی ہے: (۱) استطل کے پانی کو گرم کر دیتی ہے (۲) جوش دان میں اس پانی کو مزید گرم کر کے بخار بناتی ہے۔ (۳) حاصل شدہ بھاپ کو حرارت پہنچا کر پرگرم کر دیتی ہے۔ اس طرح پر یہ گرم پانی کنوئیں سے لے کر نل ق کی بھاپ تک برابر تپش جذب کیا کرتا ہے۔ (برائے مقابلہ کارنو[طا] کا دور ملاحظہ ہو جس میں کل حرارت صرف ایک ہی بلند تپش پر جذب ہوتی ہے)۔

انجن سے جو گرمی خارج ہوتی ہے اُس کو مکثفہ میں گردش کرنے والا پانی جذب کر لیتا ہے اور پانی کی تپش نلوں کے اندر گزرنے سے بڑھ جایا کرتی ہے۔

مثال۔ کسی دخانی کارخانہ میں جب ڈیڑھ پونڈ کوئلہ بھٹی میں دیا جاتا ہے تو انجن کی طاقت ایک گھنٹہ تک ایک "اسپی۔ طاقت" کے برابر ہوتی ہے۔ اگر ایک پونڈ کوئلہ کی حرارتی قیمت ۸۰۰۰ پونڈ درجہ مئی اکائیاں ہے تو بتاؤ کہ کوئلہ کی حرارتی توانائی کا کتنا فی صدی حصہ حیلی کام میں منتقل ہوتا ہے۔

ایک اسپی طاقت کی توانائی = ۳۳۰۰۰ فٹ پونڈ فی منٹ

$$= \frac{۶۰ \times ۳۳۰۰۰}{ج}$$

$$= \frac{۶۰ \times ۳۳۰۰۰}{۱۴۰۰}$$

= ۱۴۱۴ پونڈ درجہ مئی فی گھنٹہ

توانائی جو فی گھنٹہ مذکورہ بالا نتیجہ حاصل کرنے کے لیے پہنچائی جاتی ہے

$$= ۸۰۰۰ \times ۱\tfrac{۱}{۲}$$

= ۱۲۰۰۰ پونڈ درجہ مئی

لہذا مطلوبہ شرح فی صدی $= \frac{۱۴۱۴}{۱۲۰۰۰} \times ۱۰۰$

= ۱۱٫۷۸

طا Carnot

کوئلہ کی حرارت کا بقیہ ۲۲ء ۸۸ فی صدی حصہ مختلف طریقوں سے ضائع ہوتا ہے۔

دُخانی انجن کا عمل۔ شکل ۱۳۱ کے دیکھنے سے دُخانی انجن

شکل ۱۳۱۔ دُخانی انجن کا خاکہ

کا عمل معلوم ہو جائیگا۔ اُسطوانہ ا میں ایک فشارہ ب لگا ہُوا ہے جو بھاپ کے دباؤ کی وجہ سے اُسطوانہ کے اندر آگے پیچھے چلتا رہتا ہے۔ یہ فشارہ سلاخ ث کے ذریعہ سے صلیبی سرے د سے جوڑ دیا گیا ہے۔ اِس سرے کی حرکت ڈھانچہ ح کے ایک حصہ کی وجہ سے خطِ مستقیم میں ہوتی ہے۔ اس صلیبی سرے کا تعلق اتصالی سلاخ ی سے ہے جو کرینک (crank) ف میں لگی ہوئی ہے۔ کرینک ف ایک گردشی کرینک کی دُھری ج سے مضبوطی کے ساتھ جوڑا ہُوا ہے۔ اِس طرح فشارہ کی آگے پیچھے کی حرکت کرینک کی دُھری ج کی گردشی حرکت میں منتقل ہو جاتی ہے۔

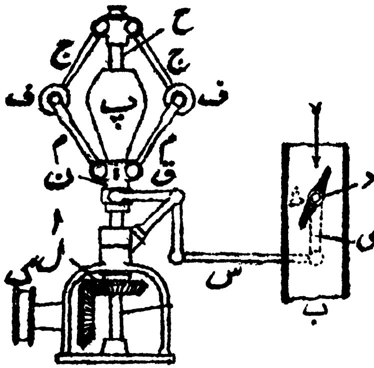
جوش دان سے بھاپ نل ل میں ہو کر ایک بھاپ کے صندوق ک میں آتی ہے اور وہاں سے دروازوں م اور ن کے ذریعہ سے اُسطوانہ میں داخل ہوتی ہے۔ یہ بھاپ فشارہ پر کام کرنے کے بعد ایک تیسرے دروازے پ سے خارج ہو جاتی ہے۔ یہ دروازے ضرورت کے وقت کھلمندن گ کے ذریعہ سے کھلتے اور بند ہوتے ہیں جس کی حرکت خروج المرکز س یا چھوٹے کرینک (جو کرینک دُھری کے ساتھ لگا ہوتا ہے) کے ذریعہ سے آگے پیچھے ہُوا کرتی ہے۔ کرینک س کا تعلق کھلمندن سے ہے، ایک خروج المرکز سلاخ سا اور ایک کھلمندن کی سلاخ کے ذریعہ کر دیا گیا ہے۔

جیسا شکل نمبر ۱۳۱ میں دکھایا گیا ہے کھلمندن کے داہنی طرف کھنچ جانے سے بھاپی دروازہ م کھل گیا ہے اور اس میں سے بھاپ اُسطوانہ کے بائیں جانب داخل ہو رہی ہے۔ اِس بھاپ کے دباؤ سے فشارہ داہنی طرف بڑھ رہا ہے اور کھلمندن کی جگہ چھوڑ دینے سے بھاپی دروازہ ن کھل کر اخراجی دروازہ پ سے متصل ہو گیا ہے اور بھاپ اُسطوانہ کے داہنی طرف خارج ہو رہی ہے۔ جس وقت فشارہ پیچھے کی طرف حرکت کرتا ہے تو خروج المرکز کے عمل سے کھلمندن بائیں طرف چلتا ہے اور بھاپی دروازہ ن کھل جاتا ہے اور بھاپ اِس کے ذریعہ سے اُسطوانہ کے اندر داخل ہوتی (اور بذریعہ بھاپی دروازہ م خارج ہو کر اخراجی دروازہ پ سے نکل جاتی ہے)۔

فشارہ کے محیط پر نالیوں میں کمانی دار چھلے لگے ہیں جن کی وجہ سے فشارہ بہت مضبوطی کے ساتھ اسطوانہ کی سطح سے چمٹ جاتا ہے۔ اور بھاپ فشارہ میں اِدھر اُدھر نہیں جا سکتی اس لیے کہ چھلے اُسطوانہ کو خوب دباتے ہیں۔ فشارہ اور کھلمندن دونوں کی سلاخیں اسطوانہ کے کونوں پر بھس بھرے ہوئے صندوقوں میں سے ہو کر گزرتی ہیں جس کی وجہ سے بھاپ باہر نہیں نکل سکتی۔

کرینک دُھری ج میں ایک بھاری آہن پہیہ لگا ہوا ہے جس کی وجہ سے اِس کی گردش میں استقامت پیدا ہو جاتی ہے۔ انجن کی رفتار ناظم ا کے ذریعہ سے تقریباً مستقل رہتی ہے۔ شکل نمبر ۱۳۲ میں ناظم ا دکھایا گیا ہے۔ دو وزنی گولے ف ف بازو ج ج کے سروں پر لگے ہوئے ہیں اور اِن کا بالائی حصہ پنوں کے ذریعہ سے ایک تکلہ ح سے ملحق ہے۔ ایک پیٹی کرینک دُھری ج اور چرخی ک میں لگی ہوئی ہے جس کی وجہ سے چرخی ک گھومتی ہے۔ اور یہ حرکت سلامی دار دانتوں کے دو پہیوں ل ل کے ذریعہ سے تکلہ ح کو گھماتی ہے۔ دوسرے بازو م م سے آستین ن کا تعلق ہے جو تکلہ ح پر متحرک ہو سکتی ہے۔ آستین میں ایک بھاری وزن پ لگا ہے۔ ایک خمیدہ بیرم ق کا ایک بازو آستین کے گرد کالر میں

لگا ہوا ہے اور دُوسرا بازو سلاخ س کے ذریعہ سے خناقی کھلمندن کے بیرم ی میں لگا ہے۔



شکل ۱۳۲ - اس شکل سے ظاہر ہوتا ہے کہ ناظم بھاپ کو کیونکر گھٹاتا بڑھاتا ہے۔

جب انجن کام کرتا ہے تو مرکز گریز قوت گولوں پر عمل کرتی ہے جس کی وجہ سے وہ باہر کی طرف کھنچ کر ایک مستقل جگہ اختیار کر لیتے ہیں جس کا انحصار گردشی رفتار پر ہوتا ہے۔ اگر یہ رفتار زیادہ ہو جائے تو گولے اور زیادہ باہر کی جانب کھنچ جائینگے جس کی وجہ سے آستین ن اُوپر کی طرف متحرک ہوگی۔ یہ حرکت خناقی کھلمندن ث میں منتقل ہو جائیگی اور وہ کھلمندن جزواً بھاپ کی نلی ب کو بند کر دیگا۔ اِس طرح پر انجن میں بھاپ کی آمد کم ہو جاتی ہے اور انجن کی رفتار بھی گھٹ جاتی ہے۔ اگر رفتار معمول سے زائد کم ہو جائے تو گولے اندر کی طرف کھنچ آئیں گے اور خناقی کھلمندن بہت زیادہ کھل جائیگا جس کی وجہ سے بھاپ کافی مقدار میں آنے لگیگی اور انجن تیزی سے چلنے لگیگا۔ اُڑن پہیّہ اور ناظم کے عمل کو سمجھنے کے لئے طبعیات حرکت فصل ۱۵ اور ۱۶ ملاحظہ ہوں۔

دُخانی اِنجن کی حرارتی استعداد۔ عملی طور پر یہ فرض کیا جاتا ہے کہ انجن میں جو حرارت صرف ہوتی ہے وہ اُسطوانہ میں داخل ہونے والی بھاپ کی کلّی حرارت، اور اس بھاپ کے مساوی الوزن اور اُسطوانے سے خارج ہونے والی بھاپ کی تپش کے پانی کی حرارت کے تفاوت کے مساوی ہے۔ حرارت کی یہ دونوں مقداریں پانی کی صفر درجہ مئی کی

حالت سے پیمائش کی جاتی ہیں۔ انجن کے نشارہ پر جس قدر کام کیا گیا ہے اُس کام کے حرارتی مُعادل اور اُس حرارت کی نسبت کو جو انجن میں صَرف ہوئی ہے انجن کی حرارتی استعداد کہتے ہیں۔

مثال ۱۔ ایک چھوٹے انجن کی آزمائش کے لیے کچھ بھاپ تپش ۱۶۲٫۳° سی اور مطلق دباؤ ۹۵٫۵ پونڈ وزنی فی مربع انچ انجن میں پہنچائی گئی، اور ایک پونڈ بھاپ کی حرارتِ کُلی ۶۶۱٫۵ پونڈ درجۂ مئی ہوتی ہے۔ خارج ہونے پر بھاپ کی تپش ۱۰۲٫۴° سی ہے اور اس تپش پر پانی کے ایک پونڈ کی حرارتِ کُلی ۱۰۳ پونڈ درجۂ مئی ہے تو حرارتی استعداد کا حساب لگاؤ جب کہ انجن میں فی گھنٹہ فی اسپی طاقت کے لیے ۲۶٫۲۵ پونڈ بھاپ صَرف ہوتی ہے۔

ایک پونڈ بھاپ کی حرارت جو صَرف میں آئی ہے = ۶۶۱٫۵−۱۰۳ = ۵۵۸٫۵ پونڈ درجہ مئی۔ حرارت جو فی گھنٹہ فی اسپی طاقت کے لیے صَرف ہوئی ہے = ۵۵۸٫۵ × ۲۶٫۲۵ = ۱۴۶۶۰٫۶ پونڈ درجہ مئی۔ ایک گھنٹہ میں ایک اسپی طاقت سے جس قدر کام حاصل ہوتا ہے = (۶۰ × ۳۳۰۰۰) / ج فٹ پونڈ

= (۶۰ × ۳۳۰۰۰) / ۱۴۰۰

= ۱۴۱۴ پونڈ درجۂ مئی

لہٰذا حرارتی استعداد = (۱۴۱۴ / ۱۴۶۶۰) × ۱۰۰ = ۹٫۶۵ فی صدی

مثال ۲۔ مثال ۱ میں تپش کے جو حدود ہیں اگر انہی حدود کے درمیان ایک کارنو انجن کام کرے تو اس کی استعداد کیا ہوگی۔ حساب لگاؤ۔

استعداد = (ت۱ − ت۲) / ت۱

= [(۲۷۳ + ۱۶۲٫۳) − (۲۷۳ + ۱۰۲٫۴)] / (۲۷۳ + ۱۶۲٫۳)

= ۵۹٫۹ / ۴۳۵٫۳ = ۰٫۱۳۷ = ۱۳٫۷ فی صدی

مقابلہ کے معیار کے لیے عملاً رینکن[1] کے دَور کو کارنو کے دَور پر ترجیح دیتے ہیں۔ رینکن کا دَور اس طرح سمجھ سکتے ہیں۔ حقیقی انجن میں بھاپ' بند ہونے تک جس تپش اور دباؤ کے تحت داخل کی جاتی ہے رینکن کے فرضی انجن میں اُسی دباؤ اور تپش کے تحت بھاپ کا داخل ہونا تصور کیا جاتا ہے۔ بعدازاں یہ بھاپ حرنا گزار طریقہ پر اتنی پھیلائی جاتی ہے کہ اس کا دباؤ حقیقی انجن سے خارج ہونے والی بھاپ کے دباؤ کے برابر ہو جاتا ہے۔ موخرالذکر دباؤ پر یہ بھاپ خارج کر دی جاتی ہے۔ اگر مذکورۂ بالا مثال میں رینکن کا فرضی انجن استعمال کریں تو اس کی استعداد تقریباً ۱۲٫۹ فی صدی ہوگی۔

دُخانی انجن میں حرارت ضائع ہونے کے اسباب۔

حرارت کے ضائع ہونے کا سب سے بڑا سبب بھاپ پر اُسطوانہ کی دیواروں کا عمل ہے۔ چونکہ تخریجی ضرب میں اسطوانہ کی دیواریں بہت ٹھنڈی ہو جاتی ہیں لہٰذا دُوسری ضرب کے وقت بھاپ کی معتدبہ مقدار اُسطوانہ کو گرم کرنے میں صَرف ہوتی ہے۔ اگر داخل ہونے والی بھاپ سیر شدہ ہے تو کچھ بستہ ہو جائیگی اور اسطوانہ میں پھیلاؤ شروع ہونے سے پیشتر، پانی اور بھاپ کا آمیزہ ہوگا۔ پھیلاؤ کے وقت بھاپ کی تپش پھیلاؤ کے ساتھ ساتھ کم ہوتی رہتی ہے لہٰذا ایک موقع ایسا آتا ہے کہ بھاپ کی تپش اُسطوانہ کی دیواروں کی تپش سے کم ہو جاتی ہے۔ اِس صورت میں حرارت دیواروں سے آمیزہ میں منتقل ہوگی اور کچھ پانی بخارہ بن جائیگا۔ جب تخریجی کھلمندن کھلتا ہے تو بھاپ کی تپش اور دباؤ میں معتدبہ کمی ہو جاتی ہے جس کی وجہ سے تبخیر تیزی سے ہونے لگتی ہے۔ لہٰذا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ حرارت کافی مقدار میں بھاپ کے ساتھ خارج ہوتی ہے۔

[1] Rankine

اور ضائع جاتی ہے۔

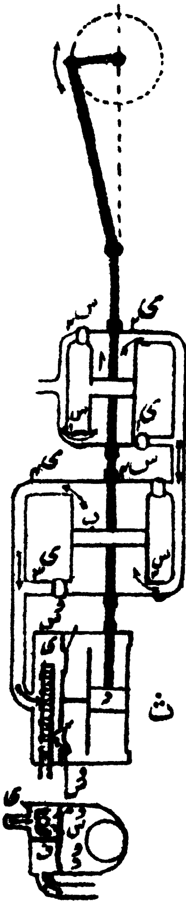
اُسطوانہ کی دیواروں کے اِس بُرے اثر کو پُرگرم بھاپ کے استعمال سے ایک حد تک زائل کر سکتے ہیں۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ پُرگرم بھاپ بستہ ہونے سے قبل ایک معقول درجہ تک ٹھنڈی کی جاسکتی ہے۔ حرارت کا اُسطوانہ کی دیواروں کی وجہ سے ضائع ہونا دیواروں کی سطح کے رقبہ پر منحصر ہے۔ بڑے اُسطوانوں میں چھوٹے اُسطوانوں کی بہ نسبت دیواروں یا بازووں کا رقبہ اُن کے اندر کی بھاپ کے حجم سے کم ہوتا ہے اس لیے بڑے اسطوانوں میں فی اکائی حجم کم حرارت ضائع ہوگی۔ اگر فشارے کی رفتار تیز ہے تو یہ تضییع بھی کم ہوگی چونکہ رفتار کی تیزی کی وجہ سے حرارت کو اطراف میں منتقل ہونے کے لیے موقع نہیں ملتا۔ اُسطوانہ میں بھاپ کی بستگی کے نقصان کو سب سے اول جیمس واٹ[1] نے محسوس کیا تھا۔ واٹ کی ایجاد سے پیشتر یہ معمول تھا کہ بھاپ، اُسطوانہ میں پانی کی دھاروں سے بستہ کی جاتی تھی۔ واٹ نے مکثفہ کو علیٰحدہ ترتیب دیا اور انجن کے اسطوانہ کو اس میں داخل ہونے والی بھاپ کے برابر اِس طرح گرم رکھنے کی کوشش کی کہ اس کے گرد ایک اور اسطوانہ بطور غلاف کے بنایا۔ غلاف اور اسطوانہ کی درمیانی فضاء میں بھاپ جوش دان سے آکر بھرتی تھی۔ اور اسطوانہ کے بیرونی جانب غیر موصل اشیاء لپیٹی گئی تھیں۔

مرکب انجن۔ اگر تپش کی بالائی انتہا بڑھا دیں یعنی اگر بھاپ کثیر دباؤ کے تحت استعمال کریں تو انجن کی استعداد میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ اگر انجن میں صرف ایک اسطوانہ ہے تو اس اضافہ کی بھی ایک معیّن حد ہے کہ جس کے بعد تپش کے بڑھانے سے اسطوانہ کی دیواروں کا عمل اس قدر زیادہ ہو جاتا ہے کہ جتنی توانائی استعداد کو بڑھانے میں صَرف ہوتی ہے وہ سب کی سب ضائع ہو جاتی ہے۔ اگر انجن میں کئی اسطوانے ہوں تو یہ دشواری رفع ہو جائیگی۔ اِس صورت میں بھاپ ایک اسطوانے میں قدرے پھیلائی جاتی ہے

[1] James Watt

اور یہ پھیلاؤ دوسرے اسطوانہ میں جاری رکھا جاتا ہے۔ اگر ابتدائی دباؤ زیادہ ہے تو تیسرا اور چوتھا اسطوانہ بھی استعمال کرتے ہیں۔ اس قسم کے انجنوں کو **مرکب انجن یا ضعفی پھیلاؤ والے انجن** کہتے ہیں۔

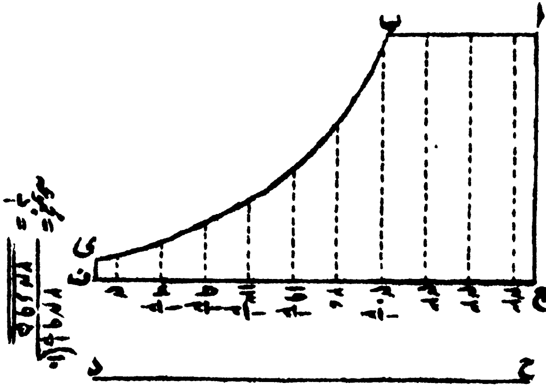
شکل ۱۳۳ میں ایک مرکب انجن کا خاکہ دیا ہے۔ ا ایک اسطوانہ ہے جس کو کثیر دباؤ والا اسطوانہ کہتے ہیں۔ اس کے معنی یہ ہیں کہ اسطوانہ میں بھاپ کثیر دباؤ کے تحت بھری ہے۔ سب سے اول اس اسطوانہ میں پھیلاؤ ہوتا ہے۔ بھاپ کھلمندن س سے داخل ہوتی اور کھلمندن ی سے خارج ہوجاتی ہے۔ اب یہ بھاپ قلیل دباؤ والے اسطوانہ کے فشارہ ب میں کھلمندن س سے چلی جاتی ہے۔ اس اسطوانہ سے بھاپ کھلمندن ی سے خارج ہوکر مکثف ی میں بھر جاتی ہے جہاں پر اس کو سرد پانی کی مدد سے بستہ کرتے ہیں۔ اس پانی اور ہوا کو پمپ ث کی مدد سے نکال لیتے ہیں۔ ہوا پمپ کا فشارہ د، اور ا اور ب کے فشارے یہ تینوں ایک ہی سلاخ سے اس طرح پر جوڑے گئے ہیں کہ اُن کے تینوں محاور باہم منطبق ہیں۔ اس قسم کے انجن کو ٹینڈم (Tandem) انجن کہتے ہیں۔ عموماً اسطوانے ا اور ب علٰحدہ علٰحدہ کرینکوں پر عمل کرتے ہیں۔ اور ہوا پمپ کو کسی علٰحدہ انجن یا موٹر سے چلاتے ہیں یا قلیل دباؤ والے فشارہ کی



شکل ۱۳۳۔ ٹینڈم مرکب انجن کی شکل۔

سلاخ سے بھی ملحق کر دیتے ہیں۔

دُخانی انجن کے فشارے پر کام۔ دُخانی انجن کے کام کو ظاہر کرنے کے لیے شکل ۱۳۴ میں ایک ترسیم کھینچی گئی ہے۔ خط د ح کامل خلا ظاہر کرتا ہے۔



شکل ۱۳۴۔ اوسط دباؤ معلوم کرنے کا نقشہ

پ مطلق ابتدائی دباؤ بتاتا ہے۔ اسطوانہ میں داخلہ کے وقت بھاپ کا یہ ابتدائی دباؤ مستقل ہوتا ہے۔ ب پر بھاپ کی آمد بند کر دی جاتی ہے اور پھیلاؤ منحنی ب ی کے بموجب ہوتا ہے۔ غشارہ کی پشت پر جتنا دباؤ ہوتا ہے وہ خط د ح کے اوپر خط ف ج کی بلندی کے برابر ہے۔ اس دباؤ کو رجعی دباؤ کہتے ہیں۔ جتنا کام فشارے کے ایک مربع انچ رقبہ پر کیا گیا ہے وہ د ا ب ی ح رقبہ کے برابر ہے اور جتنا کام رجعی دباؤ کے خلاف کیا جاتا ہے وہ رقبہ د ج ف ح کے برابر ہے لہذا حاصل کام رقبہ ا ب ی ف ج کے برابر ہوگا۔

فشارے پر موثر اوسط دباؤ کو دریافت کرنے کا طریقہ یہ ہے کہ ج ف کو دس برابر حصوں میں تقسیم کر لو اور ہر حصے کے مرکز کی بلندی پیمائش کرو

(پیمائش کے لیے دباؤ کا ایک پیمانہ استعمال کرنا چاہیے)۔ اِن بلندیوں کے مجموعہ کو دس پر تقسیم کرنے پر اوسط دباؤ د معلوم ہو جائیگا۔ انجن کے کام اور اسپی طاقت کو ذیل کے بموجب حساب لگا کر دریافت کرتے ہیں :

فرض کرو کہ

مؤثر اوسط دباؤ = د پونڈ وزنی فی مربع انچ

فشارہ کا رقبہ = س مربع انچ

فشارہ کی ضرب کا طول = ط فٹ

فشارے کی ضربوں کی تعداد فی منٹ = ن

لہذا حاصل اوسط طاقت = د س پونڈ وزنی

ایک ضرب کا کام = د س ط فٹ پونڈ

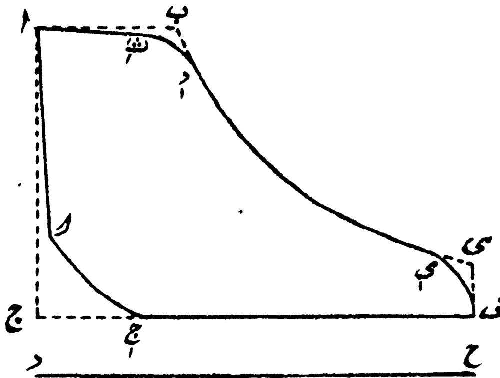
فی منٹ کام = د س ط ن فٹ پونڈ

$$\text{اسپی طاقت} = \frac{\text{د س ط ن}}{۳۳۰۰۰}$$

اِس طرح سے حساب کی ہوئی اسپی طاقت کو **مظہرہ اسپی طاقت** کہتے ہیں۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ اسطوانہ کے کام کی ترسیم کو حاصل کرنے کے لیے ایک آلہ استعمال کیا جاتا ہے جس کو انڈیکیٹر (Indicator) یا مظہر کہتے ہیں۔

کام کے اصلی نقشے — شکل ۱۳۴ کے نقشہ سے کام کا اصل نقشہ کسی قدر مختلف ہوتا ہے۔ اس نقشہ میں شکل ۱۳۵ کا نقشہ نقطہ دار خط سے اور اصلی نقشہ مسلسل خط سے دکھایا ہے۔ لہذا شکل ۱۳۵ کے معائنہ سے یہ فرق بآسانی معلوم ہو جائیگا۔ ا سے م تک داخلہ کے وقت دباؤ عموماً کم ہوتا ہے۔ کنارہ م د کے خمیدہ ہونے کی وجہ یہ ہے کہ بند کرنے والا کھلنددن بھاپ کی آمد کو بتدریج روکتا ہے۔ ترسیم ی ف سے تخریجی کھلنددن کا چالو کے اختتام سے بیشتر کھل جانا ظاہر ہے۔ تخریجی کھلنددن ج پر بند ہو جاتا ہے۔ یہ کھلنددن بند ہونے پر کچھ بھاپ کو بھی بند کر لیتا ہے۔ یہ بھاپ فشارہ کے واپس ہونے پر

پہچکتی ہے اور فشارے کے رُک جانے میں یہ پچکی ہوئی بھاپ مدد دیتی

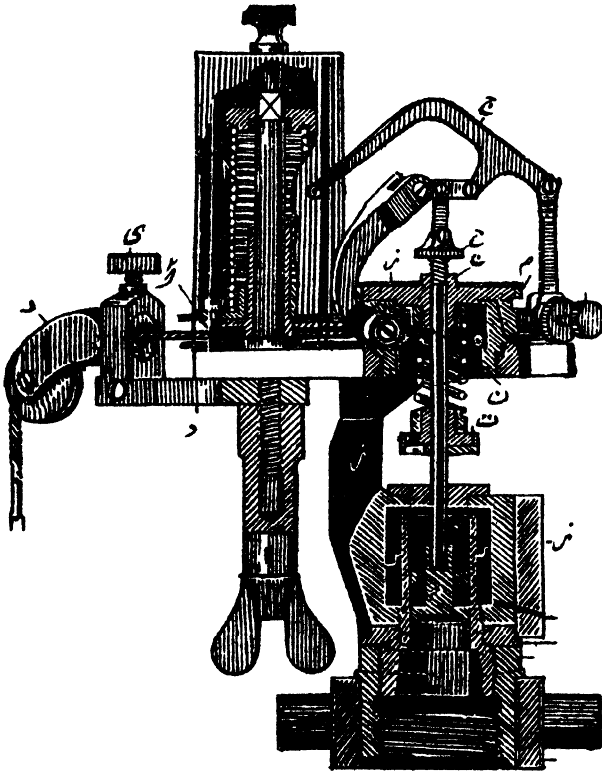


شکل ۱۳۵۔ کام کا حقیقی نقشہ

ہے۔ ا پر کھلمندن بھاپ کو داخل ہونے دیتا ہے۔

انڈیکیٹر یا مظہار کا خاکہ شکل ۱۳۶ میں دیا ہے۔ ک ایک چھوٹا اسطوانہ ہے جس میں فشارہ لگا ہے۔ یہ اسطوانہ انجن کے اسطوانہ سے ملا ہوا ہے۔ بھاپ کے دباؤ کی وجہ سے مظہار کا فشارہ کمانی ہ کی مزاحمت کے خلاف اوپر کی جانب چلتا ہے۔ اس کے معنی یہ ہیں کہ اسطوانہ کی بالائی حرکت کا تناسب دباؤ کے ساتھ ہے۔ یعنی جتنا دباؤ زیادہ ہوگا اُتنا ہی فشارہ زیادہ حرکت کریگا۔ چونکہ فشارہ کی حرکت عموماً مختصر ہوتی ہے لہذا اِس حرکت کی تکبیر کی جاتی ہے تاکہ مطالعہ میں سہولت ہو۔ تکبیر کے لیے متوازی حرکت والا آلہ ج استعمال کرتے ہیں جس میں ح پر فشارہ کی سلاخ جُڑی ہے۔ کچھ کاغذ ایک ڈھول پر لپٹا ہُوا ہے۔ یہ ڈھول گردش کے $\frac{9}{10}$ حصہ میں آگے پیچھے پوری حرکت کرلیتا ہے۔ انجن کے صلیبی سرے میں ایک ڈوری لگی ہے جو ڈھول کو ایک جانب کھینچتی ہے اور ڈھول اپنی اصلی جگہ پر کمانی ا کے ذریعہ سے واپس آجاتا ہے۔ ج کے بائیں سرے پر ایک پنسل لگی ہے

جو کاغذ پر نقشہ کھینچتی ہے۔ نقشہ کی انتصابی بلندیاں دباؤ کو اور اُفقی فاصلے



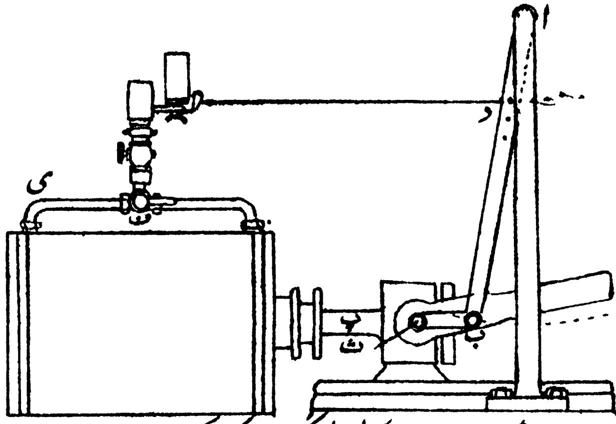
شکل ۱۳۶۔ میک اِنز ڈوبی انڈیکیٹر[1] (مظہار)

فشارہ کی حرکت کو ظاہر کرتے ہیں۔

چونکہ انجن کے صلیبی سرے کو بہت زیادہ فاصلہ طے کرنا پڑتا ہے اس لیے اس سے مظہار کے ڈھول کو بلا واسطہ جوڑ دینا مناسب نہیں۔ شکل ۱۳۷ میں جو ترکیب دکھائی گئی ہے وہ اس مقصد کے لیے

[1] McInnes-Dubbie Indicator

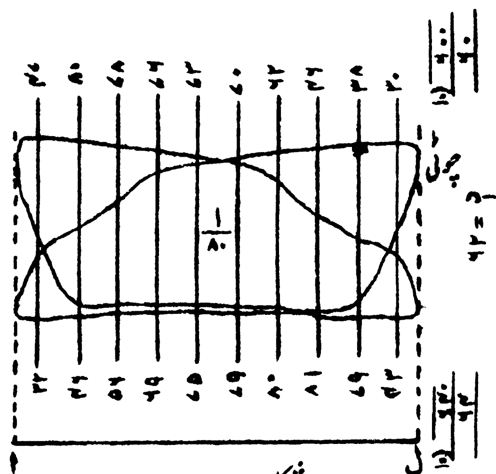
موزوں ہے۔ صلیبی سرٹ، بیرم اب کو چلاتا ہے۔ ٹ کا بیرم سے تعلق



شکل ۱۳۷۔ مظہار کے ڈھول کو چلانے کی ترکیب

ب ٹ کے واسطہ سے ہے۔ مظہار کی ڈوری د پر جڑی ہے۔ لہذا ڈھول فشارہ کی حرکت کو کمی کے ساتھ لیتا ہے۔ ی اور ف پر جرنلوں کی ترکیب ہے اُس کے ذریعہ سے مظہار کو اُسطوانہ کے ہر سرے سے ملحق کرسکتے ہیں۔ کاغذ پر نقشۂ اُسطوانہ کے دونوں سروں سے کھینچا جاتا ہے۔ شکل ۱۳۸ میں اِس قسم کا نقشہ درج ہے۔ کسر ۱/۸۰ کے معنی یہ ہیں کہ مظہار کی کمانی کی قوت اتنی صرف ہوتی ہے کہ نقشہ کے دباؤ کا پیمانہ ہر انچ انتصابی بلندی کے لیے ۸۰ پونڈ وزنی فی مربع انچ ہے۔ نقشوں سے معلوم ہوجائیگا کہ فشارہ کے ایک جانب اوسط دباؤ ۶۴ اور دُوسری جانب ۶۰ ہے۔ لہذا دونوں طرف اوسط دباؤ ۶۲ پونڈ وزنی فی مربع انچ ہے۔ یہ بات ظاہر ہے کہ مظہار پُورے خلا کے خط کو کاغذ پر نہیں کھینچ سکتا۔ لونٹی کھول دینے پر مظہار کے اُسطوانہ کا تعلق کرۂ ہوائی سے ہو جاتا ہے اور تب خط ال کھینچا جاتا ہے۔ لہذا یہ خط کرۂ ہوائی کے دباؤ کو ظاہر کرتا ہے۔ اگر کامل خلا کا خط درکار ہے تو ال سے نیچے کرۂ ہوائی کے

دباؤ کے برابر ایک خط کھینچ لیا جائے۔ نقشہ کی تیاری کے وقت بار پیما

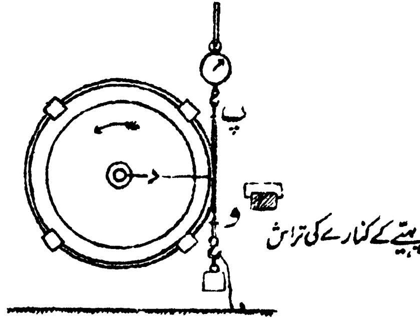


شکل ۱۳۸

کے مطالعہ سے کرۂ ہوائی کا دباؤ معلوم کر لینا چاہیے۔

بریک اسپی طاقت۔ مظہرہ اسپی طاقت انجن کی وہ طاقت ہے جو فشارہ پر پیدا ہوتی ہے لہٰذا یہ طاقت انجن کی اُس طاقت کو نہیں بتاتی جو کہ انجن کار آمد کام میں صرف کرنے کے قابل ہوتا ہے۔ یہ کار آمد طاقت بریک کی مزاحمت کے خلاف استعمال کی جاسکتی ہے۔ کم طاقت کے انجنوں کی آزمائش کے لیے جو بریک استعمال کرتے ہیں وہ شکل ۱۳۹ میں دکھایا ہے۔ اُڑن پہیہ پر ایک دوہری رسی چڑھی ہے۔ پہیہ پر لکڑی کے چار ٹکڑے لگے ہیں تاکہ رسی پہیہ پر قائم رہے۔ رسی کے ایک جانب وزن و اور دوسری جانب کمانی دار ترازو بندھی ہے۔ پہیہ گھڑی کی چال کے خلاف گردش کرتا ہے جو شکل ۱۳۹ سے ظاہر ہے۔ وزن و پہیہ کی گردش کی مزاحمت کرتا ہے اور کمانیدار ترازو کا تناؤ پ گردش کا معاون ہے۔ یہ دونوں قوتیں پہیوں

میں فرکی قوتوں کے ذریعہ منتقل ہوتی ہیں جو رسیوں اور پہیہ کے کنارے کے مابین واقع ہوتی ہیں۔



شکل ۱۳۹۔ رسی کے بریک کی معمولی مثال۔

فرض کرو کہ پہیہ کا نصف قطر (رسی کے مرکز تک پیمائش شدہ) = د فٹ

کمانی دار ترازو کا تناؤ = پ پونڈ وزنی

پہیہ کی گردشیں = ن فی منٹ

وزن = و پونڈ وزنی

لہٰذا پہیہ کو روکنے والی خالص قوت = و ‒ پ

ایک گردش کا کام = (و ‒ پ) ۲ π د

ایک منٹ کا کام = (و ‒ پ) ۲ π د ن فٹ پونڈ

∴ اسپی طاقت = $\frac{(و - پ)\ ۲\ \pi\ د\ ن}{۳۳۰۰۰}$

یہ اسپی طاقت جو بریک کے ذریعہ سے حاصل ہوتی ہے بریک اسپی طاقت کہلاتی ہے اور یہی انجن کی کار آمد اسپی طاقت کو ظاہر کرتی ہے۔ بریک کی مزاحمت کے خلاف جو کام ہوتا ہے وہ حرارت میں منتقل ہو جاتا ہے اور پہیہ گرم ہو جاتا ہے۔ اگر وزن زیادہ بھاری نہیں ہے تو حرارت کم پیدا ہوتی ہے اور ہوا میں منتقل ہو جاتی ہے اور پہیہ زیادہ گرم نہیں ہونے پاتا۔ بعض اوقات پہیے کھلے کنارے کی تراش کے بنائے جاتے ہیں

تاکہ اِس کے اندر پانی گردش کر سکے اور پہیئہ گرم نہ ہونے پائے۔ ہال میں سے پانی کے جانے کے لئے تیز پھل یا کنارے کا نل لگا ہوا ہوتا ہے۔

انجن کی حیلی استعداد۔ انجن کی فرکی مزاحمت کو مغلوب کرنے کے لئے کچھ اسپی طاقت کی ضرورت ہے۔ یہ اسپی طاقت مظہرہ اور بریک اسپی طاقت کے فرق کے برابر ہوتی ہے۔ مظہرہ اسپی طاقت کو م۔ا۔ط اور بریک اسپی طاقت کو ب۔ا۔ط لکھتے ہیں۔

طاقت جو انجن کی مشین میں ضائع ہوتی ہے = (م۔ا۔ط)۔(ب۔ا۔ط)

توانائی جو اُسطوانہ کو ہر منٹ دی جاتی ہے = (م۔ا۔ط) ۳۳۰۰۰

توانائی جو انجن ہر منٹ میں خارج کرتا ہے = (ب۔ا۔ط) ۳۳۰۰۰

اِن مقداروں کی نسبت کو انجن کی حیلی استعداد کہتے ہیں۔

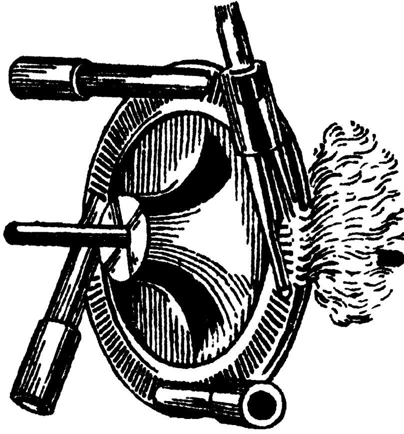
$$\text{حیلی استعداد} = \frac{\text{(ب۔ا۔ط) ۳۳۰۰۰}}{\text{(م۔ا۔ط) ۳۳۰۰۰}}$$

$$= \frac{\text{ب۔ا۔ط}}{\text{م۔ا۔ط}}$$

دُخانی ٹربائین۔ ٹربائین کو ایجاد ہوئے صرف پچیس سال گزرے ہیں۔ ایک پہیئہ میں کچھ نالیدار پھل لگے ہوتے ہیں۔ اِن پھلوں میں سے بھاپ نہایت تیزی سے گزاری جاتی ہے جس کی وجہ سے پہیئہ گردش کرنے لگتا ہے۔ ڈی لا ویل[1] کا دخانی ٹربائین شکل نمبر ۱۴۱ میں دکھایا گیا ہے۔ اِس قسم کے ٹربائینوں میں بھاپ باریک ٹونٹیوں میں سے گزرتی ہے اور پھیلاؤ حرنا گزار ہوتا ہے۔ وہ کام جو بھاپ اسطوانہ کے اندر پھیلنے پر کرتی اب توانائی بالفعل میں تحویل ہو جاتا ہے جس کی وجہ سے بھاپ ٹونٹیوں میں سے نہایت تیزی کے ساتھ نکلتی ہے۔ شکل نمبر ۱۴۲ میں چار ٹونٹیاں دکھائی

[1] de Laval

ہیں - اور ہر ایک میں سے بھاپ نہایت تیزی سے نکل کر پھلوں کے

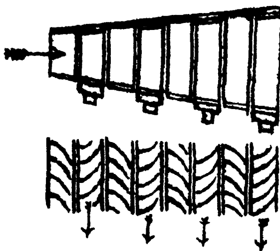


شکل (۱۴۰) - ڈی لاویل کے دخانی ٹربائین کا عمل -

خلاف ٹکراتی ہے - یہ پھل پہیہ کے محیط پر لگے ہیں -

اگر موزول ٹونٹیوں میں سے بھاپ ۱۵۰ پونڈ فی مربع اِنچ کے دباؤ سے لے کر ایک انچ کے دباؤ تک پھیلائی جائے تو ٹونٹی سے نکلنے پر بھاپ کی رفتار ۴۰۰۰ فٹ فی سکنڈ ہوگی - اصولِ نظریہ کے بموجب پہیہ کے ہال کی رفتار اُس کی نصف یعنی ۲۰۰۰ فٹ فی سکنڈ ہوگی - چونکہ یہ رفتار عملاً بہت زیادہ ہے لہٰذا ہال کی رفتار ۵۰۰ سے لے کر ۱۴۰۰ فٹ فی سکنڈ تک کم کر دی جاتی ہے - پانچ اسپی طاقت والے ڈی لاویل ٹربائین کا پہیہ ایک سکنڈ میں ۴۰۰۰ گردشیں کرتا ہے - ۳۰۰ اسپی طاقت والے ٹربائین کا پہیہ ایک منٹ میں ۱۰۶۰۰ گردشیں کرتا ہے - چونکہ یہ رفتار بلاواسطہ استعمال نہیں کی جا سکتی لہٰذا پہیہ کی رفتار کو گیئروں کے ذریعہ سے ضرورت کے موافق کم کر دیا جاتا ہے -

ٹربائین کی رفتار کو کم کرنے کا بہترین طریقہ یہ ہے کہ بھاپ کو رفتہ رفتہ پھیلنے دیا جائے تاکہ اس دباؤ کی تخفیف یکبارگی نہو۔ بھاپ کو مختلف پہیوں کے پھلوں میں باری باری گزارا جاتا ہے۔ یہ تمام پہیے ایک ہی سلاخ سے جوڑے ہوئے ہوتے ہیں۔ مختلف منازل میں پھیلنے کی وجہ سے بھاپ کی رفتار میں کمی پیدا ہو جاتی ہے۔ اس قسم کے ٹربائینوں سے بلا واسطہ برقی مشینوں کو چلایا جا سکتا ہے۔ رفتار کو کم کرنے کا اصول شکل ۱۴۱ میں دکھایا ہے۔ بہت سے پہیوں میں پھل لگے ہیں اور یہ سب پہیے متحرک ہیں۔ بھاپ ٹونٹیوں میں سے گزرتی ہے اور زاویہ قائمہ پر ان پہیوں سے ٹکراتی ہے۔ ہر دو پہیوں کے درمیان کچھ پھل اس طرح سے لگے ہیں کہ بھاپ پھلوں میں داخل ہونے پر ٹھیک سمت میں جا سکے۔

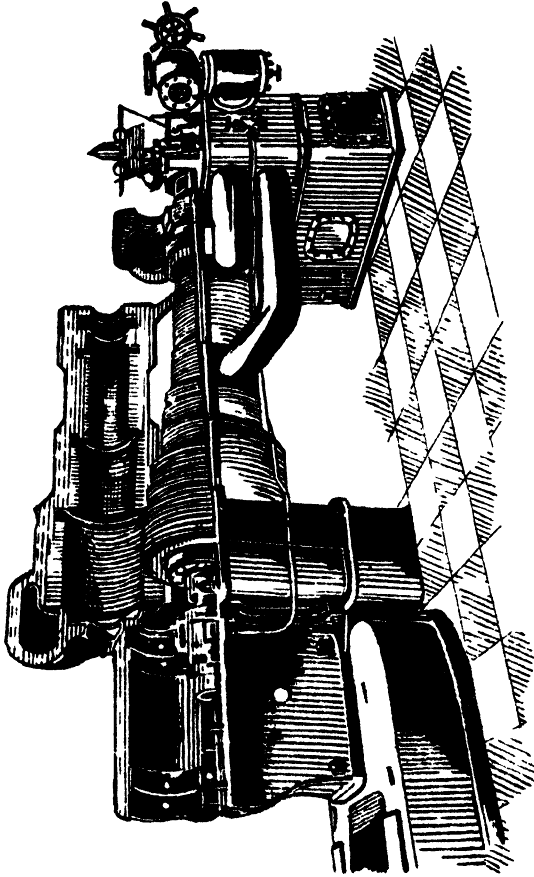


شکل (۱۴۱) دخانی ٹربائین کے ردعمل کا نقشہ۔

پارسن[1] کا دخانی ٹربائین

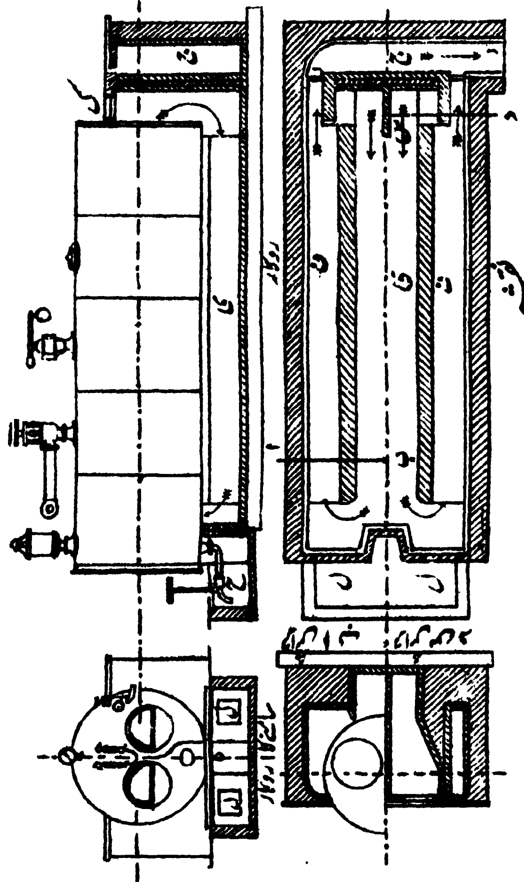
مذکورہ بالا قسم کا ہوتا ہے (شکل ۱۴۲)۔ مشین کا اوپر کا ڈھکنا پیچھے ہٹا دیا گیا ہے تاکہ پہیے نظر آ سکیں۔ ڈھکنے کے اندر رہنا پھل کے نصف گھیرے نظر آ رہے ہیں اور بقیہ نصف گھیرے خول کے زیریں حصہ میں جڑے ہیں۔ بھاپ ٹربائینوں میں ان مقاموں سے داخل ہوتی ہے جہاں پر پہیوں کا قطر سب سے کم ہوتا ہے اور پھل سب سے چھوٹے ہوتے ہیں۔ بھاپ پھلوں کے دوسرے سرے سے خارج ہو جاتی ہے۔ لمبے پھل اچھے خیال کیے جاتے ہیں اور پہیوں کا قطر بھی زیادہ رکھا جاتا ہے تاکہ بھاپ کی گزر میں سہولت ہو جبکہ پھیلنے کی وجہ سے اسکے حجم میں زیادتی ہوگئی ہو۔

[1] Parson



شکل (۱۴۲)۔ پارسن کا دخانی ٹربائین، اوپر کا ڈھکنا کھلا ہوا

لنکاشائر جوشدان ۔ آجکل یہ جوشدان بکثرت استعمال کیا



شکل (۱۴۳) لنکاشائر جوشدان جسمیں اینٹوں کا کام اور دو ونکس دکھائے گئے ہیں۔

Lancashire

جاتا ہے (شکل ۱۴۳) عموماً اِس جوشدان کے اسطوانہ کا طول ۳۰ فٹ اور قطر ۸ فٹ ہوتا ہے ۔ چولہے کی دو نلیاں اسطوانہ کے ایک سرے سے دوسرے سرے تک لگی ہوتی ہیں ۔ اِن نلیوں کے ایک جانب ۷ فٹ لمبے چولہے ہوتے ہیں اور جوشدان کے چاروں جانب اینٹوں کے دُودکش ہوتے ہیں ۔ چولہے کی گرم گیسیں نلیوں میں سے گزرتی ہیں اور دُوسری جانب سے نکل جاتی ہیں ۔ یہاں پر یہ گیسیں نیچے کے دُودکش ی میں سے گزرتی ہیں اور تب جوشدان میں سے ہوتی ہوئی سامنے کے سرے میں چلی جاتی ہیں ۔ یہاں پر یہ گیسیں دو حصّوں میں تقسیم ہو جاتی ہیں ۔ اور ہر حصّہ بازو کے دُودکش ف ف میں سے گزرتا ہے اور جوشدان کی پشت پر چلا جاتا ہے جہاں یہ گیسیں دُودکش ج میں جا کر مل جاتی ہیں اور تب چمنی سے خارج ہو جاتی ہیں ۔

اِس قسم کے جوشدان میں فی گھنٹہ ۸۰۰ پونڈ کوئلہ جلتا ہے اور ایک گھنٹہ میں ۷۰۰۰ پونڈ پانی بخار بن جاتا ہے ۔ عمدہ جوشدان کی استعداد ۷۵ فی صدی ہوتی ہے ۔ یعنی کوئلہ کے جلنے سے جو حرارت نکلتی ہے اُس حرارت کی ہر سو اکائیوں میں سے ۷۵ اکائیاں بھاپ کے ہمراہ جوشدان سے باہر خارج ہو جاتی ہیں ۔

سترہویں فصل کی مشقیں

(۱) دُخانی طاقت گھر میں کنویں سے پانی بذریعۂ پمپ جوشدان میں پہنچایا جاتا ہے اور بھاپ بستہ ہونے کے بعد گرم کنویں میں خارج کر دی جاتی ہے ۔ اِس دُخانی انجن میں پانی کون کون سی منازل طے کرتا ہے صاف صاف بیان کرو ۔

(۲) دُخانی انجن کے عمل کی تشریح کرو ۔ گرم گیسوں کی گزرگاہ دکھانے کے لیے خاکہ بھی کھینچو ۔

(۳) ایک دُخانی جوشدان میں فی گھنٹہ ۴۰۰ پونڈ کوئلہ جلتا ہے ۔ کوئلہ کی

فی پونڈ حرارتی قیمت ۷۶۰۰ پونڈ درجہ مئی اکائیاں ہیں۔ جوشدان میں فی گھنٹہ ۳۵۰۰ پونڈ پانی پہنچایا جاتا ہے۔ پانی کی تپش ۳۰ درجہ مئی ہے بخار بننے پر بھاپ کا دباؤ ۱۴۶ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہوتا ہے۔ کوئلہ کے جلنے سے جو حرارت جوشدان میں پہنچتی ہے اس کا کون سا حصہ بھاپ کے ہمراہ جوشدان سے خارج ہوتا ہے (مقادیر مطلوبہ کے لیے صفحہ ۳۳۱ کی جدول ملاحظہ ہو۔)

(۴) سوال نمبر ۳ کے جوشدان میں جس قدر حرارت پیدا ہوتی ہے وہ سب کی سب ایک دُخانی انجن میں چلی جاتی ہے جس کی وجہ سے اس انجن میں ۲۲۰ اسپی طاقت پیدا ہوتی ہے۔ بتاؤ کہ کوئلہ کی حرارت کا کونسا حصہ کار آمد فعل میں صَرف ہوا ہے۔

(۵) بتاؤ کہ دُخانی انجن کے اُسطوانہ میں بھاپ کا کیا عمل ہوتا ہے اور حوالہ کے لیے خاکہ بھی کھینچو۔

(۶) (ا) اُڑن پہیہ۔ (ب) دُخانی انجن کے ناظم۔ بتاؤ کہ یہ دونوں کس کام میں آتے ہیں۔

(۷) عملی طور پہ دُخانی انجن کی حرارتی استعداد کس طرح حساب کی جاتی ہے؟ ایک دُخانی انجن میں ۱۴۵ درجہ مئی کی تپش پر سیر شدہ بھاپ پہنچائی جاتی ہے اور خارج ہوتے وقت بھاپ کی تپش ۷۰ درجہ مئی ہوتی ہے۔ یہ انجن فی گھنٹہ فی اسپی طاقت کے لیے ۱۵ پونڈ بھاپ صَرف کرتا ہے۔ انجن کی حرارتی استعداد کا حساب لگاؤ۔ اگر مذکورۂ بالا تپشوں کے درمیان ایک کارنو انجن کام کرے تو بتاؤ کہ اس کی حرارتی استعداد کیا ہوگی۔

(مقادیر مطلوبہ کے لیے صفحہ ۳۳۱ کی جدول ملاحظہ ہو)۔

(۸) دُخانی انجن میں حرارت کے ضائع ہونے کے خاص خاص اسباب بیان کرو۔ اس تضیع کے کم کرنے کی کیا ترکیب ہے؟

(۹) مرکب دُخانی انجن کے عمل کو بیان کرو اور خاکہ بھی کھینچو۔

(۱۰) ایک دُخانی انجن میں ۷۰ پونڈ وزنی فی مربع انچ مطلق دباؤ کے تحت بھاپ پہنچائی جاتی ہے اور ایک تہائی ضرب کے بعد بھاپ خارج ہو جاتی ہے۔ اس انجن کے لیے مظہر کا نقشہ کھینچو۔ خارج ہونے پر بھاپ کا دباؤ ۱۷ پونڈ وزنی فی مربع انچ

مطلق ہوتا ہے۔ اِس نقشہ سے اوسط دباؤ کیسے معلوم کیا جاتا ہے۔

(۱۱) دُخانی انجن کے انڈیکیٹرِ مظہر کے خاص خاص حصّوں کو نقشہ میں دکھاؤ۔ مظہر کے استعمال کے طریقہ کو مختصر طور پر بیان کرو۔

(۱۲) ایک دُخانی انجن کے اُسطوانہ کا قُطر ۲۰ اِنچ ہے۔ اور فشارہ کی چال ۳ فٹ ہے۔ انجن ایک منٹ میں ۱۸۰ گردشیں کرتا ہے اور اوسط دباؤ ۴۶ پونڈ وزنی فی مربع اِنچ ہے۔ مظہرِ اسپی طاقت کا حساب لگاؤ۔

(۱۳) بریک کی مدد سے انجن کی آزمائش کے تجربہ میں، بریک پر ۲۰ پونڈ وزن تھا۔ اور کمانی دار ترازو کا تناؤ ۴ پونڈ تھا۔ بریک کے پہیئے کا قُطر ۵ فٹ ہے (ڈوری کے مرکز تک پیمائش شدہ) اور پہیئہ ایک منٹ میں ۲۱۰ گردشیں کرتا ہے۔ بریک اسپی طاقت کا حساب لگاؤ۔ اگر انجن کی حرارتی استعداد ۸۴ فی صدی ہے تو بتاؤ کہ انجن کی مظہرِ اسپی طاقت کیا ہے اور فرکی مزاحمت زائل کرنے میں کتنی اسپی طاقت خرچ ہوتی ہے۔

(۱۴) ڈی لاویل کے دُخانی ٹربائین کے عمل کو تشریح کے ساتھ بیان کرو۔

(۱۵) پارسن والے دُخانی ٹربائین کے عمل کا اصول بیان کرو۔ اور بتاؤ کہ ڈی لاویل ٹربائین کی رفتار سے اس ٹربائین کی رفتار کس طرح پر کم کی جاتی ہے؟

(۱۶) ان اصطلاحوں کی تعریف کرو۔ "تپش کا ڈھلان" "حرارتی موصلیت کی شرح" ذیل کی مثال سے اِن مقادیر کا حساب لگاؤ۔ ایک جوشدان کی چادر ۸ء ۱ سمر موٹی ہے۔ اِس چادر کا ۶ء ۲ مربع میٹر رقبہ چولہے سے گرم کیا جاتا ہے اور اِس کی تپش ۱۵۰ درجہ مئی ہو جاتی ہے۔ کرۂ ہوائی کے دباؤ کے تحت ۳۸۰ کلوگرام بھاپ ایک گھنٹہ میں بنتی ہے۔ بھاپ کی حرارتِ مخفی ۵۳۷ حرارے فی گرام ہے۔ اس کی وجہ بیان کرو کہ چادر کی جو سطح چولہے کی جانب ہے اُس کی تپش مقابلۃً کیوں کم ہوتی ہے۔

(جامعۂ لندن)



اٹھارہویں فصل

اندرونی احتراقی انجن

دور جو اندرونی احتراقی انجنوں میں استعمال ہوتے ہیں ـــ انجن جن کے اسطوانہ کے اندر ایندھن جلتا ہے اندرونی احتراقی انجن کہلاتے ہیں۔ انجنوں میں ذیل کے ایندھن استعمال کیے جاتے ہیں۔معمولی گیس' روشنی کی گیس' یا طاقت کی گیس جو خاص طور پر اس کام کے لیے تیار کی جاتی ہے اور تیل کا بخار' وغیرہ۔

ان انجنوں میں دو قسم کے دور عموماً استعمال کیے جاتے ہیں۔

(۱) چار ضرب کا دور جس کو بو۔دی۔روکاس[1] دور بھی کہتے ہیں فشارے کی چار ضربوں میں پورا ہو جاتا ہے۔

(۱) بھرنے والی ضرب ـــ فشارہ کے اوپر کی جانب چلنے سے اسطوانہ میں ہوا اور ایندھن کا دھماکو آمیزہ بھر جاتا ہے۔

(۲) بھچکانے والی ضرب ـــ فشارہ کے اندر کی جانب چلنے سے آمیزہ کا حجم کم ہو جاتا ہے۔

(۳) دھماکا اور پھیلاؤ ـــ اسطوانہ میں دھماکا ہوتا ہے جس کی وجہ سے گیس پھیلتی ہے اور فشارہ اوپر کی جانب چلتا ہے۔تمام دور میں صرف یہی ایک ضرب ہے جو کام کرتی ہے۔

(۴) خالی کرنے والی ضرب ـــ فشارہ اوپر کی جانب چلتا ہے اور احتراق کے ماحصل کو اسطوانہ سے خارج کر دیتا ہے۔

---

[1] Beau-de-Rochas

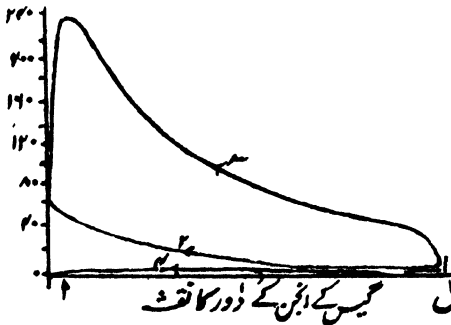
اِس دَور میں انجن کی دُھری دو گردشیں کرتی ہے۔

(ب) دو ضرب کے دور میں عمل صرف ایک ہی گردش میں پُورا ہو جاتا ہے۔

(۱) دھماکا اور پھیلاؤ۔ اُسطوانہ کا آمیزہ مشتعل ہونے پر پھیلتا ہے اور فشارہ اُوپر کی جانب چلتا ہے۔ اُسطوانہ کی دیواروں میں بہت سے سُوراخ ہوتے ہیں جو ضرب کے اختتام پر کُھل جاتے ہیں اور گیس وغیرہ اِن سُوراخوں سے باہر نکل جاتی ہے۔ اِس کے بعد فوراً ہی ایک دُوسرا سُوراخ کُھل جاتا ہے جس کے ذریعہ سے تازہ گیسی بار اُسطوانہ میں بھر جاتا ہے۔

(۲) بچکاؤ۔ اب فشارہ نیچے کی جانب چلتا ہے تازہ گیسی بار کو بچکاتا ہے۔

چار ضرب کے دَور کی ترسیم۔ شکل ۱۴۴ میں اِس قسم کے



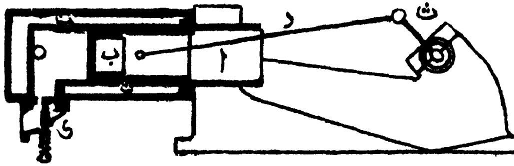
شکل (۱۴۴)

دَور کے مظہر کا نقشہ دکھایا گیا ہے۔ ال ابتدائی خط ہے جو کرۂ ہوائی کے دباؤ کو ظاہر کرتا ہے۔ ۱ بھرنے والی ضرب ہے جس کے دوران میں اندرونِ اسطوانہ کا دباؤ کرۂ ہوائی کے دباؤ سے کسی قدر کم ہو جاتا ہے۔

۲۔ پچکانے والی ضرب ہے جس کے اختتام پر اندرونِ اُسطوانہ کا دباؤ کرۂ ہوائی کے دباؤ سے ۵۰ سے لے کر ۲۰۰ پونڈ مربع اِنچ تک بڑھ جاتا ہے۔ اِس دباؤ کی مقدار کا انحصار انجن کی نوعیت پر ہے۔ ۳۔ دھماکا اور پھیلاؤ کی ضرب ہے۔ ۴۔ خالی کرنے والی ضرب ہے جس کے دَوران میں اندرونِ اُسطوانہ کا دباؤ کرۂ ہوائی کے دباؤ سے کسی قدر بڑھ جاتا ہے۔

چھوٹے گیسی انجن کی ساخت

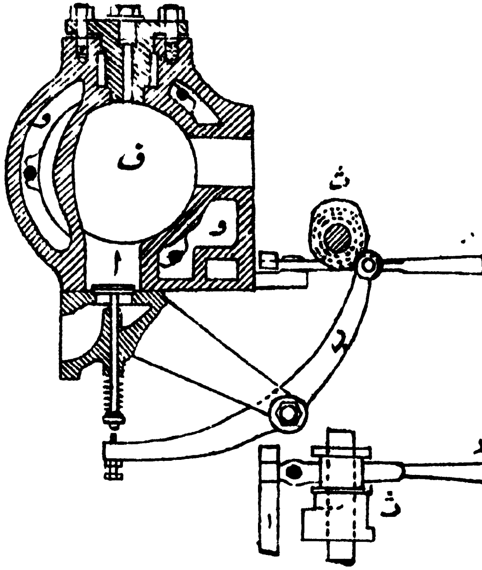
شکل ۱۴۵ میں ا ایک اُسطوانہ ہے جس میں فشارہ ب لگا ہے۔ یہ فشارہ بذریعۂ سلاخ د



شکل ۱۴۵۔ گیس کے انجن کا خاکہ۔

ایک کرینک (crank) ث سے جُڑا ہے۔ اُسطوانہ کا وہ سرا کھلا ہوا ہے جو کرینک کے بالمقابل ہے اور اِس جانب فشارہ میں کوئی سلاخ بھی نہیں لگی ہے۔ دَور فشارہ کے صرف بائیں جانب تکمیل پاتا ہے۔ فشارہ کے دائیں جانب دباؤ ہمیشہ کرۂ ہوائی کے دباؤ کے برابر ہوتا ہے۔ اُسطوانہ کے چاروں جانب ایک پیرہن یا غلاف ف ہے جس کے اندر پانی گردش کیا کرتا ہے تاکہ اُسطوانہ کی دیواروں کی تپش بڑھنے نہ پائے۔ اسطوانہ میں گیس اور ہوا کے آنے کے لیے اور احتراق کے ماحصل کے خارج کرنے کے لیے کھلندن ہوتے ہیں۔ شکل ۱۴۵ میں تحتی کھلندن کا نقشہ دیا ہے۔ دوسرے کھلندن بھی اسی قسم کے ہوتے ہیں۔ یہ کھلندن کمانی کے تناؤ سے بند رہتے ہیں اور خاص خاص وقت پر بیرم کے ذریعہ سے کھلتے ہیں۔ چرخی کے ذریعہ سے یہ بیرم بازو کی سلاخ سے جوڑے ہیں۔ بازو کی سلاخ کو کرینک (crank) کی سلاخ چلاتی ہے۔

شکل نمبر ۱۴۶ میں ف اُسطوانہ کی عمودی تراش کو بتاتا ہے۔ اتخریجی کُھلندن



شکل (۱۴۶)۔کراسلی گیس انجن کا تخریجی کُھلندن اور چلانیوالا گیئر۔

ہے جس کے کھولنے کے لیے بیرم ب استعمال کیا جاتا ہے۔ بازو کی دُھری پر چرخی ث لگی ہے۔ کرینک کی دُھری جب دو گردشیں کرلیتی ہے تو ہر ایک کُھلندن ایک مرتبہ کُھلتا ہے لہٰذا بازو کی دُھری کی رفتار کرینک کی دُھری کی رفتار سے نصف ہوتی ہے۔

انجن کے آمیزہ میں گیس کا ایک حجم اور ہوا کے آٹھ حجم ہوتے ہیں۔ دھماکو آمیزہ کا احتراق ایک نلی کے ذریعہ سے ہوتا ہے جو بیرونی جانب ایک منبعی شعلہ سے گرم رکھی جاتی ہے ضرب کے اختتام پر اندرونِ نلی کا تعلق انجن کے اسطوانہ سے کردیا جاتا ہے تاکہ آمیزہ گرم نلی سے متصل ہونے پر مشتعل ہوجائے۔ اشتعال یا احتراق برق

سے بھی کیا جاتا ہے۔ اسطوانہ کے اندر پلاٹینم تار کے دو سرے ہوتے ہیں ان کے درمیان برقی رَو چلائی جاتی ہے جس کی حرارت سے آمیزہ مشتعل ہو جاتا ہے۔ ناظم کے ذریعہ سے چال مستقل رکھی جاتی ہے۔ ناظم ایک یا دو دَوروں کے بعد ہر مرتبہ ایندھن کی آمد کو منقطع کر دینے سے (تاکہ اُسطوانہ میں صرف ہوا ہی داخل ہو سکے) یا ایندھن کی آمد کو کم کر دینے سے تاکہ دھماکا کم طاقتور ہو فشارہ کی رفتار کو کم کر دیتا ہے۔

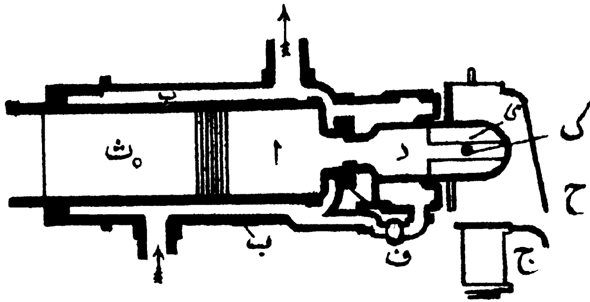
آجکل کے گیسی انجنوں میں جس قدر حرارت گیسی ایندھن سے پیدا ہوسکتی ہے اس کا صرف ۳۵ فی صدی حصہ فشارہ پر کام میں منتقل ہوتا ہے۔ تقریباً ۲۵ فی صدی حرارت غلاف یا پیرہن کے پانی میں چلی جاتی ہے اور بقیہ ۴۰ فی صدی گیسوں کے ساتھ خارج ہو جاتی ہے۔ گیسی انجن کی یہ ۳۵ فی صدی استعداد عمدہ جوشدان اور دُخانی انجنوں کی استعداد سے تقریباً تین گُنا ہوتی ہے۔ اندرونی احتراقی انجنوں کی استعداد کا انحصار زیادہ تر بچکاؤ کے اختتام کے دباؤ پر ہوتا ہے۔ یعنی دباؤ کے زیادہ ہونے سے استعداد بھی زیادہ ہوتی ہے۔

تیل کے انجن ــــ بہت سے اندرونی احتراقی انجنوں میں تیل استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ تیل بخار بنتا ہے اور ہوا سے مل کر دھماکا پیدا کرنے والا آمیزہ بن جاتا ہے۔ یہ آمیزہ انجن میں گیس کی طرح کام میں آتا ہے۔ اگر تیل بھاری ہے تو اول اِس تیل کی پھوہار اُڑائی جاتی ہے اور پھر پھوہار کو گرم کیا جاتا ہے تاکہ تبخیر بآسانی ہو جائے۔ اگر تیل ہلکا ہے تو خفیف سی گرم ہوا میں اس کی پھوہار اُڑاتے ہیں۔ اور ہوا کی گرمی تبخیر کے لیے کافی ہوتی ہے۔ تبخیر کے لیے جس قدر حرارت درکار ہوتی ہے وہ یا تو دھماکے کی گرمی کا کچھ حصہ استعمال کرنے سے یا خارج ہونے والی گیسوں سے اور یا بیرونی لمپ سے اخذ کی جاتی ہے۔

ھارنسبی[۱] اکرائیڈ کا تیل کا انجن ــــ اس انجن میں

[۱] Hornsby-Akroyd

بھاری تیل استعمال کیا جاتا ہے اور یہ انجن اس قسم کے انجنوں کا بہترین نمونہ ہے۔ شکل نمبر ۱۴۷ میں اس کا خاکہ دکھایا ہے۔ ب پانی کا پیرہن یا

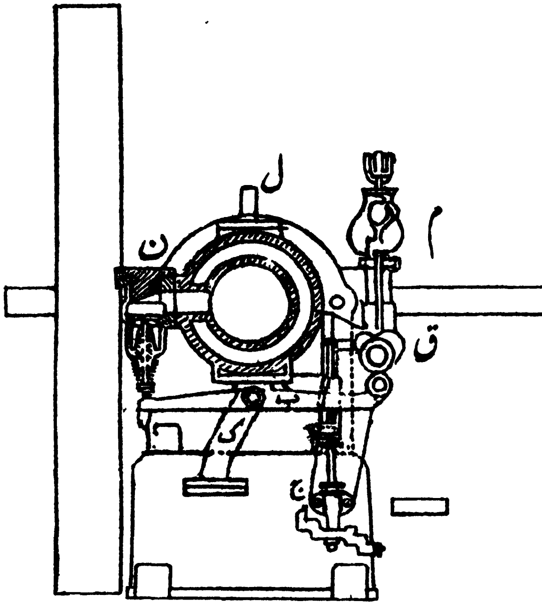


شکل (۱۴۷) - اکرائیڈ کے تیل انجن کے اسطوانہ کی تراش۔

غلاف ہے اور ث ایک فشارہ ہے۔ اسطوانہ کا ایک جوفہ د سے پشت کی جانب دائمی تعلق ہوتا ہے۔ د کے قریب جوفہ کے چاروں طرف پانی کا غلاف ہے جس میں اصلی غلاف سے نل کے ذریعہ پانی آتا ہے۔ اور ف بہ ناظم بہتی ہے جوفہ کے حصہ ی پر غلاف نہیں ہے لہذا یہ حصہ انجن کے کام کرنے پر گرم ہو جاتا ہے۔ اس گرم حصہ میں تیل ایک چھوٹے سوراخ ک کے راستہ سے آہستہ آہستہ داخل ہوتا ہے اور بخار بن جاتا ہے۔ چونکہ انجن اس وقت تک نہیں چلتا جب تک یہ حصہ گرم نہیں ہوتا لہذا انجن کو چلانے سے پیشتر ی کو ایک لیمپ ج کی مدد سے گرم کر لینا چاہیے۔ لیمپ کا شعلہ (Hood) ح کے ذریعہ سے جوفہ ی پر عمل کرتا ہے۔

شکل نمبر ۱۴۸ میں اسطوانہ کی عمودی تراش دکھائی گئی ہے۔ ج ایک پمپ ہے جو تیل کو ٹانکی سے کھینچ کر گرم جوفہ میں پہنچا دیتا ہے۔ یہ پمپ بیرم ب کے ذریعہ سے چلایا جاتا ہے۔ یہ بیرم کھلسندن ن کو بھی کھول دیتا ہے۔ اسطوانہ میں ہوا کھلسندن ن اور سوراخ د کے راستہ سے جاتی ہے۔

بازو کی دھری ق پر ایک (دیکھو) چرخی لگی ہے۔ یہ چرخی بیرم ب کو



شکل (۱۴۸)۔ اکرائیڈ کے تیل انجن کی عمودی تراش۔

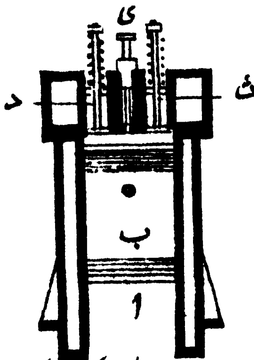
نیچے کی جانب ڈھکیل دیتی ہے تو گرم جوفہ میں تیل کی پھوار گرتی ہے اور ساتھ ہی ہوا بھی فشارے کے آگے چلنے پر اسطوانہ میں داخل ہو جاتی ہے۔ جوفہ کی گرمی سے تیل بخار بن جاتا ہے اور اسطوانہ کی ہوا سے مل جاتا ہے۔

فشارہ کی دوسری اندرونی ضرب اس آمیزہ کو اس قدر بھینچا دیتی ہے کہ ضرب کے اختتام پر جوفہ ی کی گرمی کی وجہ سے آمیزہ مشتعل ہو جاتا ہے اور اس دھماکے سے فشارہ چلتا ہے۔ اسکے بعد فشارہ کی بیرونی چال ہے جس سے کام عمل میں آتا ہے۔ اس کے بعد فشارہ کی خالی کرنے والی اندرونی ضرب ہوتی ہے اور گیس سوراخ د اور کھلمندن کے راستہ سے خارج ہو جاتی ہے۔ یہ کھلمندن ہوا کے کھلمندن ن کے

قریب ہے۔ ن کو وہ (کیم) چرخی چلاتی ہے جو بازو کی دُھری پر لگی ہے۔
م ایک ناظم ہے جو اُسطوانہ میں تیل کی آمد کو ضرورت کے موافق گھٹاتا بڑھاتا ہے اور رفتار مستقل رہتی ہے۔ اس انجن کے پُورے دَور میں چار ضربیں ہوتی ہیں۔

صفحہ ۳۱۵ میں گیسی انجن کے ضمن میں یہ بیان کیا جا چکا ہے کہ حرارت انجن کی گیس میں اُس وقت پہنچائی جاتی ہے جب فشارہ قریب قریب ساکن ہوتا ہے مذکورۂ بالا قسم کے انجنوں میں بھی حرارت اسی طرح سے پہنچائی جاتی ہے۔ لہٰذا حرارت کے داخل ہوتے وقت گیس کا حجم تقریباً مستقل رہتا ہے۔ اس قسم کے انجنوں میں فی گھنٹہ فی بریک اسپی طاقت کے لیے ۰.۸ پونڈ تیل صرف ہوتا ہے۔

ڈیزل کا تیل کا انجن — اِس انجن میں بھاری تیل استعمال کیا جاتا ہے مگر اس کا عمل مختلف قسم کا ہوتا ہے۔ اس انجن میں "چار۔ضرب" اور "دو۔ضرب" دونوں دَور استعمال کیے جاتے ہیں۔ شکل ۱۴۹ میں ا ایک اسطوانہ ہے جس کا دَور "چار۔ضرب" کا ہے۔ ب ایک فشارہ ہے جو اُسطوانہ کی طرح گردش کرتے ہوئے پانی سے سرد رکھا جاتا ہے۔ اُسطوانہ کی چوٹی پر تین کھلمندن لگے ہیں ایک ہوا کھلمندن ث اور ایک تخریجی کھلمندن د۔ یہ دونوں کھلمندن نیچے کی جانب کھلتے ہیں۔ اور کھلمندن ی کے راستہ سے اسطوانہ میں ایندھن جاتا ہے۔ یہ کھلمندن اُوپر کی جانب کھلتا ہے۔ یہ تمام کھلمندن (کیم) چرخیوں



شکل (۱۴۹)۔ چار ضربی ڈیزل کے انجن کے اسطوانہ کی تراش

Diesel ڈیزل

سے کھلتے اور بند ہوتے ہیں۔ چرخیاں بازو کی دُھری میں لگی ہیں۔ ذیل کے بیان سے دَور کی تشریح ہو جائیگی:۔

پہلی چال نیچے کی جانب ہوتی ہے اور اُسطوانہ میں محض ہوا بھرتی ہے۔ اس چال کے وقت ہوا کھلمندن ث کھلا ہوتا ہے جس میں سے ہوا اُسطوانہ میں آجاتی ہے۔

دُوسری چال اُوپر کی جانب ہوتی ہے۔ اِس چال میں صرف ہوا تقریباً ۵۰۰ پونڈ فی مربع انچ کے دباؤ تک بھنچ جاتی ہے اور تپش ۶۰۰ درجہ مئی تک بڑھ جاتی ہے۔

تیسری چال نیچے کی جانب ہوتی ہے جس سے ایندھن کا داخلہ اور پھیلاؤ ہوتا ہے اس چال کے کچھ وقفہ میں ایندھن کا کھلمندن کھل جاتا ہے اور ہوا کی وجہ سے تیل اسطوانہ کے اندر چلا جاتا ہے جو پمپ کے ذریعہ ۱۰۰۰ پونڈ وزن فی مربع انچ کے دباؤ تک بھنچی ہوئی ہے۔ اِس ہوا کی تپش ۶۰۰ درجہ مئی کے قریب ہوتی ہے اور یہ تپش اُسطوانہ میں داخلہ کے وقت تیل کو جلانے کے لئے کافی ہے۔ چونکہ فشارہ نیچے کی جانب چل رہا ہے لہٰذا تیل کے جلنے سے جس قدر حرارت پیدا ہوتی ہے اس کی تلافی حجم کے بڑھنے سے ہو جاتی ہے اور بالآخر دباؤ میں اضافہ نہیں ہونے پاتا اگر ہوتا بھی ہے تو بہت کم۔ فشارہ کے ذرا سے چلنے کے بعد ہی فوراً کھلمندن ی بند ہو جاتا ہے اور تیل کا اسطوانہ میں آنا موقوف ہو جاتا ہے۔ چال کا بقیہ حصہ گیسوں کے پھیلاؤ کے زور سے تکمیل پاتا ہے۔

چوتھی چال بالائی جانب ہوتی ہے۔ اس چال کے دَوران میں کھلمندن د کھل جاتا ہے اور احتراق کے ماحصل فضا میں خارج ہو جاتے ہیں۔

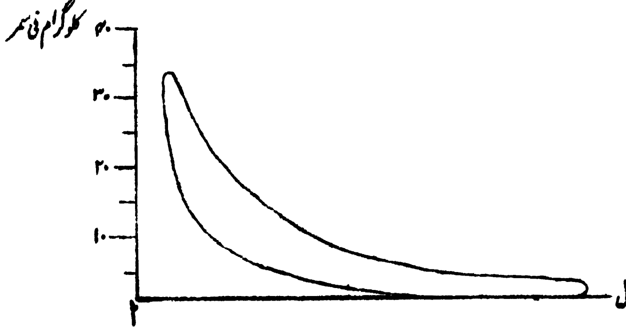
ڈیزل[1] انجن میں تیل کا خرچ بہت کم ہوتا ہے یعنی فی گھنٹہ بریک۔ اسپی۔ طاقت کے لئے تقریباً ۰.۴ پونڈ۔ اگر فشارہ کے کام سے شمار کریں

---

[1] Diesel

تو استعداد تقریباً ۴۰ فی صدی ہوتی ہے اور اگر کار آمد کام سے شمار کریں تو استعداد تقریباً ۳۰ فی صدی ہوتی ہے۔ اِس قسم کے انجن زیادہ تر بحری کاموں کے لئے استعمال ہوتے ہیں۔

شکل ع ۱۵۰ میں منظہر نقشہ درج ہے۔ دباؤ کے



شکل ۱۵۱۔ ڈیزل کے بحری انجن کے منظہر کا نقشہ

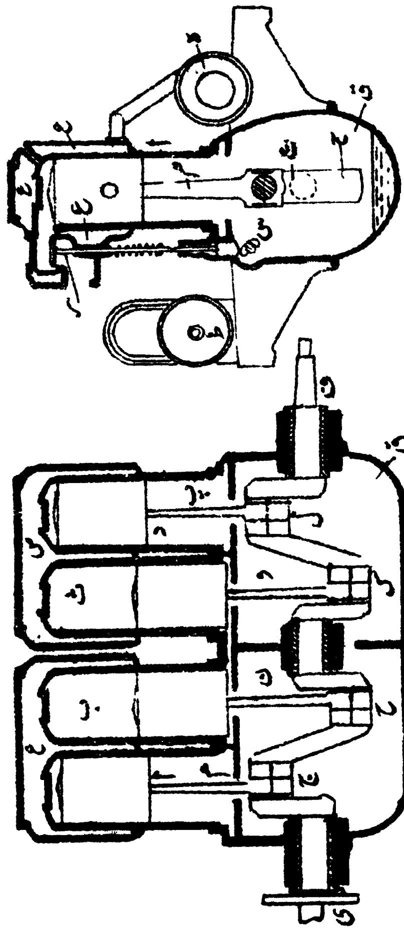
پیمانہ سے معلوم ہوگا کہ پچکاؤ کے اختتام پر ۳۳ کلوگرام فی مربع سمر دباؤ ہوتا ہے۔ اِس نقشہ کی شکل کا کیسی انجن کے نقشہ کی شکل سے (شکل ۱۴۲) مقابلہ کر لینا چاہیئے۔

اکرائیڈ[1] اور ڈیزل انجنوں کی ترمیم سے ایک اور انجن بنا ہے جس کو نیم ڈیزل انجن کہتے ہیں۔ موخر الذکر میں تیل بہت کم صرف ہوتا ہے مگر مطلوبہ دباؤ بہت زیادہ ہے۔ اگر اکرائیڈ انجن کی طرح گرم جوفہ استعمال کریں تو قلیل دباؤ کو بھی کام میں لا سکتے ہیں۔ اِس صورت میں ایندھن کا صرفہ اور بھی کم ہوتا ہے۔

پیڑول انجن۔ اس قسم میں وہ تمام انجن داخل ہیں جن میں ایسا تیل استعمال کیا جاتا ہے کہ جس کی تبخیر کے لئے بہت کم حرارت کی ضرورت ہوتی ہے۔ شکل ۱۵۱ میں موٹر گاڑی کے پیڑول انجنوں کا سلسلہ

---

[1] Akroyd



شکل ۱۵۱۔ چار اُسطوانے والے پٹرول انجن کا خاکہ

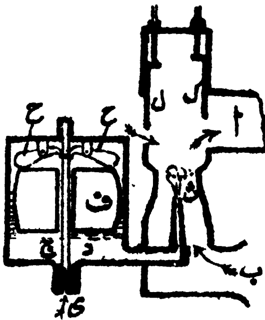
دکھایا ہے۔ اَ بَ ثَ دَ چار اُسطوانے ہیں۔ تمام فشارے کرینک (Crank) دُھری ی ف سے جُڑے ہیں۔ اِس دُھری میں

ج، ح، ک، ل چار کرینک ڈھریاں لگی ہیں جیسا کہ شکل سے ظاہر ہے۔ م، ن، و، پ، اتصالی سلاخیں ہیں۔ تمام کرینک کمرہ ق میں کام کرتے ہیں۔ اس کمرہ کی سطح میں پچپڑنے کا تیل بھرا ہوتا ہے۔ ہر اتصالی سلاخ کے نیچے کے سرے میں کپی لگی ہوتی ہے جو چال کے اختتام پر تیل میں ڈوب جاتی ہے اور تیل کو اچھال دیتی ہے۔ اخراجی اور داخلی کھلمندن (جن میں سے ایک س ہے) قریب قریب لگے ہوئے ہیں اور بازو کی ڈھری ش پر کیم چرخیاں لگی ہیں جو ان کھلمندنوں کو چلاتی ہیں۔ ان چرخیوں کی رفتار کرینک کی ڈھری کی رفتار سے نصف ہوتی ہے۔ اسطوانہ کے چاروں جانب ع اور ص پانی کے پیرہن یا غلاف ہیں۔ ان غلافوں کے اندر مرکز گریز پمپ ہ کے ذریعہ سے پانی بھرتا ہے جس کو کرینک کی ڈھری چلاتی ہے۔ غلاف سے نکلنے کے بعد پانی ریڈیئٹر (Radiator) میں جاتا ہے جو گاڑی کے سامنے رکھا ہے۔ ہوا ریڈیئٹر کے نلوں کے چاروں جانب گردش کرتی ہے اور پانی کو ٹھنڈا کر دیتی ہے۔ آمیزہ کا احتراق برق کے ذریعہ سے ہوتا ہے۔ برقی رو مقناطیسی مشین ط سے آتی ہے جس کو انجن چلاتا ہے۔

کاربوریٹر[1] کا کام ــــــ جب ہوا میں پٹرول کا بخار ملتا ہے تو کہا جاتا ہے کہ ہوا کاربوریٹڈ ہو جاتی ہے۔ شکل ۱۰۲ ء کے حوالہ سے کاربوریٹر کا اصول بآسانی سمجھ میں آجائیگا۔ داخلی کھلمندن جو انجن پر لگا ہے اس کے لئے م ایک راستہ ہے۔ انجن کی بھرنے والی چال کے وقت ہوا اس راستہ سے اسطوانہ میں آتی ہے اور آلہ میں فضا سے ہوا سوراخ ب سے داخل ہوتی ہے۔ ث ایک باریک سوراخدار نلی ہے جس میں پٹرول مخزن د سے آتا ہے اور ہمیشہ بھرا رہتا ہے۔ ث کے منہ کے قریب ہوا کی آمد کی وجہ سے پٹرول کی دھار نکلتی ہے اور ہوا میں مل جاتی ہے۔ یہ پٹرول ہوا کی حرارت سے بخار

[1] Carburettor

بن جاتا ہے۔ ہوا کے گرم ہونے
کی وجہ یہ ہے کہ ب کا منہ انجن کے
اخراجی کھلمندن کے قریب ہے
اس لئے اس میں ہوا داخل
ہونے پر گرم ہو جاتی ہے۔ گاڑی
پر پٹرول کا ایک بڑا مخزن لگا
ہے جس سے مخزن د میں پٹرول
نلی ی کے ذریعہ سے آتا ہے۔ ف
ایک "تیراک" ہے جس کی وجہ
سے د میں پٹرول کی سطح ث
کے منہ سے کسی قدر نیچی رہتی
ہے۔ جب د میں کافی پٹرول



شکل ۱۵۲۔ کاربوریٹر کا خاکہ

بھر جاتا ہے تو "تیراک" اوپر اٹھ کر بیرم ح ، ح کو دبا دیتا ہے جو باریک
کھلمندن ج کو دبا دیتے ہیں جس کی وجہ سے سوراخ ی بند ہو جاتا ہے۔

جس قدر ہوا کی ضرورت ہوتی ہے اس کا کچھ حصہ ب سے
آتا ہے اور بقیہ حصہ ایک سوراخ کے راستہ سے آتا ہے۔ اس سوراخ
کی کشادگی کو پھسلواں کھلمندن ل سے گھٹا بڑھا سکتے ہیں۔ ک ایک ضابط
کھلمندن ہے جو اسطوانہ میں داخل ہونے والے آمیزہ کی مقدار کو کم و بیش
کر سکتا ہے۔ اس کو خناقی کھلمندن بھی کہتے ہیں۔ پٹرول کی دھار کا انحصار نلی ث کے
قریب ہوا کی رفتار پر ہے۔ ہوا کی زیادہ رفتار ہونے پر پٹرول ضرورت سے زیادہ مقدار میں
نکلتا ہے۔ لہذا کھلمندن ل کی ضرورت ہوتی ہے جو جتنا زیادہ کھلتا ہے
اتنی ہی ہوا کی رفتار میں کمی ہو جاتی ہے۔ اس کھلمندن میں ایک ہلکی کمانی
لگا دیتے ہیں تاکہ کھلمندن اس کمانی کی مزاحمت کے خلاف کھلے۔ کمانی
کی وجہ سے کھلمندن خود متحرک ہو جاتا ہے۔ ایسے کاربوریٹر کو خود کار
کاربوریٹر کہتے ہیں۔ انجن کی رفتار زیادہ ہونے پر کھلمندن ل بھی زیادہ

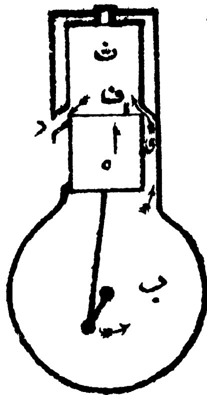
کُھل جاتا ہے اور رفتار کم ہونے پر گلمسندن بھی کسی قدر بند ہو جاتا ہے۔ آمیزہ میں عموماً پٹرول کے دو حجم اور ہوا کے ۹۸ حجم ہوتے ہیں۔

انجن جب پوری طاقت سے چلتا ہے تو اس کی رفتار اکثر ۲۰۰۰ گردشیں فی منٹ تک ہوتی ہے۔ انجن سے گاڑی کے پہیوں میں تقریباً ۷۰ فی صدی طاقت منتقل ہوتی ہے۔

گاڑی جب تیز رفتار سے چلتی ہے تو سب سے بڑی مزاحمت ہوا کی ہوتی ہے۔ جو مجموعی مزاحمت کی ۵۰ فی صدی تک بھی بڑھ جاتی ہے کم رفتار کے وقت یہ مزاحمت مجموعی مزاحمت کی دس فی صدی تک بھی کم ہو سکتی ہے۔

دو چال کا دَور

دو چال کا دَور۔ دو چال کے دَور کا انجن شکل ۱۵۳ میں دکھایا ہے۔ فشارہ ا کی بالائی چال کے وقت کمرہ ب میں گیس بھر جاتی ہے اور نیچے کی چال کے وقت گیس بھنچ جاتی ہے۔ نیچے کی چال کے اختتام پر اخراجی سوراخ د کھل جاتا ہے اور گیس اسطوانہ سے خارج ہونا شروع کر دیتی ہے۔ اس کے بعد فوراً ہی سوراخ ج کھل جاتا ہے اور کمرہ کے راستہ سے اسطوانہ میں کسی قدر بھنچی ہوئی ہوا داخل ہو جاتی ہے۔



شکل ۱۵۳۔ دو چال کے پٹرول انجن کا خاکہ

فشارہ پر ف ایک رکاوٹ ہے جو داخل ہونے والی گیس کو اوپر کی جانب جانے میں سہولت پیدا کرتی ہے اور آمیزہ وغیرہ کو سوراخ د سے خارج ہونے سے روکتی ہے۔ فشارہ کی بالائی چال کے وقت ث کی گیس بھنچ جاتی ہے اور چال کے اختتام پر مشتعل ہو جاتی ہے۔ نیچے

کی چال کے وقت پھیلاؤ ہوتا ہے۔ لہٰذا صرف دو ہی چالوں میں دور پورا ہو جاتا ہے۔ دو چال کے ڈیزل انجن میں ایک پمپ علیحدہ ہوتا ہے جو گیس کو اسطوانہ میں جانے سے پیشتر کسی قدر بھچکا دیتا ہے۔ چونکہ ایک گردش میں ایک دھماکا ہوتا ہے لہٰذا یہ ظاہر ہے کہ دو چال کے انجن کی طاقت چار چال کے انجن کی طاقت سے زیادہ ہوتی ہے۔ اگر ان دونوں کی جسامت اور رفتار مساوی ہو۔

اندرونی احتراقی انجن کی اپسی۔ طاقت۔ جیساکہ دُخانی انجن کی مظہرہ اپسی طاقت، مظہرہ نقشہ سے معلوم کر لیتے ہیں ایسے ہی گیس یا تیل کے انجنوں کی "مظہرہ اپسی طاقت" دریافت کی جا سکتی ہے صفحہ ۲۹۰۔ صرف فرق اتنا ہے کہ فشارہ کی چالوں کے بجائے دھماکوں کی تعداد شمار کی جاتی ہے۔

فرض کرو کہ مظہر نقشہ سے حاصل شدہ اوسط دباؤ دم پونڈ وزنی فی مربع انچ

فشارہ کا رقبہ = ر مربع انچ

چال کا طول = ط فٹ

ایک منٹ میں دھماکوں کی تعداد = ن

لہٰذا م۔ا۔ط = $\frac{\text{دم ر ط ن}}{۳۳۰۰۰}$

ایک ہی مقررہ حالت میں اگر اندرونی احتراقی انجن کا مظہر نقشہ کئی بار کھینچا جائے تو سب میں کچھ نہ کچھ فرق ہوگا لہٰذا اس نقشہ سے صحیح "مظہرہ اپسی۔ طاقت" نہیں معلوم ہو سکتی۔ اس لئے اندرونی احتراقی انجنوں کو "بریک۔ اپسی۔ طاقت" میں بیان کیا جاتا ہے۔ "بریک اپسی۔ طاقت" صفحہ ۳۰۲ کے تجربہ سے صحیح صحیح معلوم کی جا سکتی ہے۔

اٹھارہویں فصل کی مشقیں

۱۔ "چار۔ چال" کے اندرونی احتراقی انجن کی ہر چال کو مظہر نقشہ کے حوالہ سے بالتشریح بیان کرو۔

۲۔ بیان کرو کہ گیسی انجن کے اسطوانہ میں "چار۔ چال" کا دور کیسے تکمیل پاتا ہے۔ پانی کے غلاف کا مقصد کیا ہے۔ نقشہ کھینچ کر بتاؤ کہ گھلمندن کیسے کام کرتا ہے۔

۳۔ گیسی انجن کے اسطوانہ کا قطر ۶۹ء۶ انچ اور فشارہ کی چال ۱۸۷ء۱ فٹ ہے۔ انجن کی رفتار ۱۸۰ گردشیں فی منٹ ہے۔ ایک تجربہ میں مظہر نقشہ سے اوسط دباؤ ۶۹ء۳ پونڈ وزن فی مربع انچ دریافت ہوا ہے۔ اور ایک منٹ میں ۷۴ دھماکے ہوتے ہیں۔ "مظہرہ۔ اسپی۔ طاقت" دریافت کرو۔

۴۔ سوال ۳ کے تجربہ میں ذیل کی مقادیر سے "بریک۔ اسپی۔ طاقت" کا حساب لگاؤ: بریک کے پہیہ کا قطر ۱۹ء۴ فٹ۔ وزن ۱۰۳ پونڈ۔ کمانی دار ترازو کا تناؤ ۳۹ پونڈ۔ ایک منٹ کی گردشیں ۱۸۰۔

سوال ۳ و ۴ کے تجربہ میں فی گھنٹہ فی "مظہرہ۔ اسپی۔ طاقت" کے لئے ۲۲ء۱ مکعب فٹ گیس صرف ہوتی ہے۔ اگر گیس کی حرارتی قیمت ۳۰۰ پونڈ درجہ مئی فی مکعب فٹ ہے تو بتاؤ کہ گیس کی حرارت کا کس قدر حصہ فشارہ پر کام میں تبدیل ہوا ہے۔

۶۔ (ا) بھاری تیل (ب) ہلکے تیل کو انجنوں کے اسطوانہ میں داخل ہونے سے پیشتر کیسے تیار کرلیا جاتا ہے۔

۷۔ اکرائیڈ تیل کے انجن کا عمل مختصر طور سے بیان کرو۔

۸۔ ڈیزل تیل کے انجن کو مختصر طور پر بیان کرو اور دور کے مختلف مقامات کی تشریح کرو۔

۹۔ پٹرول انجن کے کام کرنے کا طریقہ بیان کرو۔

۱۰۔ "دو۔ چال" کے دور کو صاف صاف بیان کرو اور نقشہ کے ذریعہ اس کی توضیح بھی کرو۔

۱۱۔ ایک تیل کے انجن کی "بریک۔ اسپی۔ طاقت" ۲ء۶ ہے اور ایک گھنٹہ میں ۶۴ء۴ پونڈ تیل صرف ہوتا ہے۔ اگر تیل کی حرارتی قیمت ۱۰۰۰۰ پونڈ درجہ مئی ہے تو بتاؤ کہ تیل کی کس قدر حرارت کارآمد فعل میں منتقل ہوتی ہے۔

۱۲- ڈیزل تیل کے انجن کے فشارہ کا قطر ۲۵ سمر ہے اور چال ۹۰ سمر ہے مظہر نقشہ سے اوسط دباؤ ۷ء۲ کلوگرام فی مربع سمر معلوم ہوا ہے اور ایک منٹ میں ۱۱۲ گردشیں ہوتی ہیں "مظہرہ۔ اسپی۔ طاقت" کا حساب لگاؤ۔ اِس انجن کا دَور چار۔چال کا ہے اور ہر دو گردشوں میں ایک کام کی چال ہوتی ہے۔

۱۳- سوال ۱۲ میں مکمل انجن میں ایک ہی قسم کے بارہ اُسطوانے ہیں اور تمام انجن ایک جہاز کو ½۱۴ دن تک چلاتے ہیں۔ اگر فی گھنٹہ فی مظہرہ۔ اسپی۔ طاقت کے لئے ۲۴ء۰ پونڈ تیل صرف ہوتا ہے تو بتاؤ کہ اس زمانہ میں کتنے ٹن تیل صرف ہوتا ہے۔

۱۴- حیلی توانائی کے حرارت میں تبدیل ہونے کی چند مثالیں دو اور حرارت کے حیلی فعل میں تبدیل ہونے کی بھی کچھ مثالیں دو۔

۱۵- حرارتی انجن کے لوازمات بتاؤ اور اُس کے عمل کا اصول بیان کرو۔ اپنے جواب کی تشریح کسی حرارتی انجن کے حوالہ سے کرو۔

(جامعۂ اوسلاد)



آبی بخار کے خواص کے جداول*

پانی کے نقاطِ جوش ایسے دباؤں پر جو کرۂ ہوائی کے معیاری دباؤ کے تقریباً برابر ہوں

دباؤ سطح سمندر پر ۴۵° عرض البلد میں ۰° پر پارے کے ممر میں دیا گیا ہے

دباؤ ممر	تپش درجہ م	دباؤ ممر	تپش درجہ م	دباؤ ممر	تپش درجہ م	دباؤ ممر	تپش درجہ م
۷۳۳	۹۸٫۹۹	۷۴۵	۹۹٫۴۴	۷۵۷	۹۹٫۸۹	۷۶۹	۱۰۰٫۳۳
۷۳۴	۹۹٫۰۳	۷۴۶	٫۴۸	۷۵۸	٫۹۳	۷۷۰	٫۳۶
۷۳۵	٫۰۷	۷۴۷	٫۵۲	۷۵۹	٫۹۶	۷۷۱	٫۴۰
۷۳۶	٫۱۱	۷۴۸	٫۵۶	۷۶۰	۱۰۰٫۰۰	۷۷۲	٫۴۴
۷۳۷	٫۱۴	۷۴۹	٫۵۹	۷۶۱	٫۰۴	۷۷۳	٫۴۷
۷۳۸	٫۱۸	۷۵۰	٫۶۳	۷۶۲	٫۰۷	۷۷۴	٫۵۱
۷۳۹	٫۲۲	۷۵۱	٫۶۷	۷۶۳	٫۱۱	۷۷۵	٫۵۵
۷۴۰	٫۲۶	۷۵۲	٫۷۰	۷۶۴	٫۱۵	۷۷۶	٫۵۸
۷۴۱	٫۲۹	۷۵۳	٫۷۴	۷۶۵	٫۱۸	۷۷۷	٫۶۲
۷۴۲	٫۳۳	۷۵۴	٫۷۸	۷۶۶	٫۲۲	۷۷۸	٫۶۵
۷۴۳	٫۳۷	۷۵۵	٫۸۲	۷۶۷	٫۲۶	۷۷۹	٫۶۹
۷۴۴	٫۴۱	۷۵۶	٫۸۵	۷۶۸	٫۲۹	۷۸۰	٫۷۳

* ملاحظہ ہو "طبیعی اور کیمیائی مستقل" مصنفۂ کیئی اور لابی (لانگمینس)

سیر شدہ آبی بخار کا دباؤ صفر درجہ سے سو درجہ مئی تک پارے کے ممرٹں میں

تپش م	دباؤ مم	تپش م	دباؤ مم	تپش م	دباؤ مم	تپش م	دباؤ مم
۰	۴٫۵۸	۲۶	۲۵٫۱۳	۵۱	۹۶٫۹۹	۷۶	۳۰۱٫۳
۱	۴٫۹۲	۲۷	۲۶٫۶۵	۵۲	۱۰۱٫۹	۷۷	۳۱۴٫۱
۲	۵٫۲۹	۲۸	۲۸٫۲۵	۵۳	۱۰۷٫۰	۷۸	۳۲۷٫۲
۳	۵٫۶۸	۲۹	۲۹٫۹۴	۵۴	۱۱۲٫۳	۷۹	۳۴۰٫۹
۴	۶٫۱۰	۳۰	۳۱٫۷۱	۵۵	۱۱۷٫۸	۸۰	۳۵۵٫۱
۵	۶٫۵۴	۳۱	۳۳٫۵۷	۵۶	۱۲۳٫۶	۸۱	۳۶۹٫۷
۶	۷٫۰۱	۳۲	۳۵٫۵۳	۵۷	۱۲۹٫۶	۸۲	۳۸۴٫۹
۷	۷٫۵۱	۳۳	۳۷٫۵۹	۵۸	۱۳۵٫۹	۸۳	۴۰۰٫۵
۸	۸٫۰۴	۳۴	۳۹٫۷۵	۵۹	۱۴۲٫۴	۸۴	۴۱۶٫۷
۹	۸٫۶۱	۳۵	۴۲٫۰۲	۶۰	۱۴۹٫۲	۸۵	۴۳۳٫۴
۱۰	۹٫۲۰	۳۶	۴۴٫۴۰	۶۱	۱۵۶٫۳	۸۶	۴۵۰٫۸
۱۱	۹٫۸۴	۳۷	۴۶٫۹۰	۶۲	۱۶۳٫۶	۸۷	۴۶۸٫۶
۱۲	۱۰٫۵۱	۳۸	۴۹٫۵۱	۶۳	۱۷۱٫۲	۸۸	۴۸۷٫۱
۱۳	۱۱٫۲۳	۳۹	۵۲٫۲۶	۶۴	۱۷۹٫۱	۸۹	۵۰۶٫۱
۱۴	۱۱٫۹۸	۴۰	۵۵٫۱۳	۶۵	۱۸۷٫۴	۹۰	۵۲۵٫۸
۱۵	۱۲٫۷۸	۴۱	۵۸٫۱۴	۶۶	۱۹۵٫۹	۹۱	۵۴۶٫۱
۱۶	۱۳٫۶۲	۴۲	۶۱٫۳۰	۶۷	۲۰۴٫۸	۹۲	۵۶۷٫۱
۱۷	۱۴٫۵۲	۴۳	۶۴٫۵۹	۶۸	۲۱۴٫۰	۹۳	۵۸۸٫۷
۱۸	۱۵٫۴۴	۴۴	۶۸٫۰۵	۶۹	۲۲۳٫۶	۹۴	۶۱۱٫۰
۱۹	۱۶٫۴۶	۴۵	۷۱٫۶۵	۷۰	۲۳۳٫۵	۹۵	۶۳۴٫۰
۲۰	۱۷٫۵۱	۴۶	۷۵٫۴۳	۷۱	۲۴۳٫۸	۹۶	۶۵۷٫۷
۲۱	۱۸٫۶۲	۴۷	۷۹٫۳۷	۷۲	۲۵۴٫۵	۹۷	۶۸۲٫۱
۲۲	۱۹٫۷۹	۴۸	۸۳٫۵۰	۷۳	۲۶۵٫۶	۹۸	۷۰۷٫۳
۲۳	۲۱٫۰۲	۴۹	۸۷٫۸۰	۷۴	۲۷۷٫۱	۹۹	۷۳۳٫۲
۲۴	۲۲٫۳۲	۵۰	۹۲٫۳۰	۷۵	۲۸۹٫۰	۱۰۰	۷۶۰٫۰
۲۵	۲۳٫۶۹						

سیر شدہ بھاپ کے خواص (مئی اکائیاں)*

تپش درجے پیمانہ	دباؤ		حجم		فی اکائی کمیت حرارت کی اکائیاں		
	کلوگرام وزن فی مربع سم	پونڈ وزن فی مربع انچ	مکعب میٹروں فی کلوگرام	مکعب فٹ فی پونڈ	پانی کی	مخفی حرارت	بخار کی مجموعی حرارت
۰	۰٫۰۰۶۳	۰٫۰۸۹	۲۰۴٫۹۷	۳۲۸۳	۰	۵۹۴٫۷	۵۹۴٫۷
۵	۰٫۰۰۸۹	۰٫۱۲۷	۱۴۶٫۹۳	۲۳۵۳٫۶	۵٫۰	۵۹۲٫۱	۵۹۷٫۱
۱۰	۰٫۰۱۲۵	۰٫۱۷۸	۱۰۶٫۶۲	۱۷۰۷٫۹	۱۰٫۰	۵۸۹٫۴	۵۹۹٫۴
۱۵	۰٫۰۱۷۳	۰٫۲۴۶	۷۸٫۲۳	۱۲۵۳٫۲	۱۵٫۰	۵۸۶٫۸	۶۰۱٫۸
۲۰	۰٫۰۲۳۶	۰٫۳۳۶	۵۸٫۱۵	۹۳۱٫۴۸	۲۰٫۰	۵۸۴٫۱	۶۰۴٫۱
۲۵	۰٫۰۳۲۰	۰٫۴۵۵	۴۳٫۶۶۷	۶۹۹٫۴۸	۲۵٫۰	۵۸۱٫۵	۶۰۶٫۵
۳۰	۰٫۰۴۲۹	۰٫۶۱۰	۳۳٫۱۳۲	۵۳۰٫۷۲	۳۰٫۰	۵۷۸٫۸	۶۰۸٫۸
۳۵	۰٫۰۵۶۹	۰٫۸۰۹	۲۵٫۳۹۳	۴۰۶٫۷۹	۳۵٫۰	۵۷۶٫۱	۶۱۱٫۱
۴۰	۰٫۰۷۴۷	۱٫۰۶	۱۹٫۶۵۰	۳۱۴٫۷۷	۴۰٫۱	۵۷۳٫۴	۶۱۳٫۵
۴۵	۰٫۰۹۷۱	۱٫۳۸	۱۵٫۳۴۶	۲۴۵٫۸۲	۴۵٫۱	۵۷۰٫۷	۶۱۵٫۸
۵۰	۰٫۱۲۵	۱٫۷۸	۱۲٫۰۹۱	۱۹۳٫۶۸	۵۰٫۱	۵۶۷٫۹	۶۱۸٫۰
۵۵	۰٫۱۶۰	۲٫۲۸	۹٫۶۰۷	۱۵۳٫۸۹	۵۵٫۱	۵۶۵٫۲	۶۲۰٫۳
۶۰	۰٫۲۰۲	۲٫۸۸	۷٫۶۹۵	۱۲۳٫۲۶	۶۰٫۱	۵۶۲٫۴	۶۲۲٫۶
۶۵	۰٫۲۵۴	۳٫۶۱	۶٫۲۱۱	۹۹٫۴۹	۶۵٫۲	۵۵۹٫۶	۶۲۴٫۸
۷۰	۰٫۳۱۷	۴٫۵۱	۵٫۰۵۰	۸۰٫۸۹	۷۰٫۲	۵۵۶٫۸	۶۲۷٫۰
۷۵	۰٫۳۹۲	۵٫۵۸	۴٫۱۳۵۳	۶۶٫۲۴	۷۵٫۳	۵۵۳٫۹	۶۲۹٫۲
۸۰	۰٫۴۸۲	۶٫۸۶	۳٫۴۰۸۵	۵۴٫۶۰	۸۰٫۳	۵۵۱٫۰	۶۳۱٫۵
۸۵	۰٫۵۸۹	۸٫۳۸	۲٫۸۲۷۳	۴۵٫۲۹	۸۵٫۴	۵۴۸٫۱	۶۳۳٫۵
۹۰	۰٫۷۱۴	۱۰٫۱۶	۲٫۳۵۹۲	۳۷٫۷۹	[illegible]۰٫۴	۵۴۵٫۲	۶۳۵٫۶
۹۵	۰٫۸۶۲	۱۲٫۲۶	۱٫۹۷۹۵	۳۱٫۷۱	۹۵٫۵	۵۴۲٫۲	۶۳۷٫۷
۱۰۰	۱٫۰۳۳	۱۴٫۷۰	۱٫۶۷۰۴	۲۶٫۷۵	۱۰۰٫۵	۵۳۹٫۱	۶۳۹٫۷

* سر الفرڈ یوانگ (Sir Alfred Ewing) کی کتاب بھاپ انجن اور دیگر حرارتی انجنوں سے باجازت لیا گیا (کیمبرج یونیورسٹی پریس)

تپش درجہ سی	دباؤ: کلوگرام وزن فی مربع سمر	دباؤ: پونڈ وزن فی مربع انچ	حجم: مکعب میٹروں فی کلوگرام	حجم: مکعب فٹ فی پونڈ	فی اکائی کمیت حرارت کی اکائیاں: پانی کی	فی اکائی کمیت حرارت کی اکائیاں: مخفی حرارت	فی اکائی کمیت حرارت کی اکائیاں: بخار کی مجموعی حرارت
۱۰۵	۱٫۲۳۲	۱۷٫۵۲	۱٫۴۱۶۶	۲۲٫۶۹۲	۱۰۵٫۲	۵۳۶٫۱	۶۴۱٫۷
۱۱۰	۱٫۴۶۲	۲۰٫۷۹	۱٫۲۰۷۳	۱۹٫۳۳۹	۱۱۰٫۷	۵۳۲٫۹	۶۴۳٫۶
۱۱۵	۱٫۷۲۶	۲۴٫۵۵	۱٫۰۳۳۸	۱۶٫۵۶۰	۱۱۵٫۸	۵۲۹٫۸	۶۴۵٫۵
۱۲۰	۲٫۰۲۷	۲۸٫۸۳	۰٫۸۸۹۴	۱۴٫۲۴۷	۱۲۰٫۹	۵۲۶٫۴	۶۴۷٫۴
۱۲۵	۲٫۳۷۱	۳۳٫۷۲	۰٫۷۶۸۱	۱۲٫۳۰۴	۱۲۶٫۰	۵۲۳٫۳	۶۴۹٫۲
۱۳۰	۲٫۷۶۰	۳۹٫۲۶	۰٫۶۶۶۴	۱۰٫۶۷۵	۱۳۱٫۱	۵۲۰٫۰	۶۵۱٫۰
۱۳۵	۳٫۲۰۰	۴۵٫۵۱	۰٫۵۸۰۰	۹٫۲۹۱	۱۳۶٫۲	۵۱۶٫۶	۶۵۲٫۸
۱۴۰	۳٫۶۹۵	۵۲٫۵۶	۰٫۵۰۷۱	۸٫۱۲۳	۱۴۱٫۳	۵۱۳٫۲	۶۵۴٫۵
۱۴۵	۴٫۲۴۸	۶۰٫۴۲	۰٫۴۴۵۰	۷٫۱۲۸	۱۴۶٫۴	۵۰۹٫۷	۶۵۶٫۱
۱۵۰	۴٫۸۶۸	۶۹٫۲۳	۰٫۳۹۱۷	۶٫۲۷۴	۱۵۱٫۶	۵۰۶٫۲	۶۵۷٫۸
۱۵۵	۵٫۵۵۷	۷۹٫۰۴	۰٫۳۴۶۰	۵٫۵۴۲	۱۵۶٫۷	۵۰۲٫۶	۶۵۹٫۳
۱۶۰	۶٫۳۲۳	۸۹٫۹۳	۰٫۳۰۶۵	۴٫۹۱۰	۱۶۱٫۹	۴۹۸٫۹	۶۶۰٫۸
۱۶۵	۷٫۱۷۰	۱۰۱٫۹۸	۰٫۲۷۲۴	۴٫۳۶۳	۱۶۷٫۱	۴۹۵٫۲	۶۶۲٫۳
۱۷۰	۸٫۱۰۴	۱۱۵٫۲۷	۰٫۲۴۲۹	۳٫۸۹۱	۱۷۲٫۳	۴۹۱٫۴	۶۶۳٫۷
۱۷۵	۹٫۱۳۱	۱۲۹٫۸۷	۰٫۲۱۷۱	۳٫۴۷۸	۱۷۷٫۴	۴۸۷٫۶	۶۶۵٫۰
۱۸۰	۱۰٫۲۵۸	۱۴۵٫۹۰	۰٫۱۹۴۵	۳٫۱۱۶	۱۸۲٫۶	۴۸۳٫۷	۶۶۶٫۳
۱۸۵	۱۱٫۴۹۱	۱۶۳٫۴۴	۰٫۱۷۴۸	۲٫۸۰۰	۱۸۷٫۹	۴۷۹٫۸	۶۶۷٫۶
۱۹۰	۱۲٫۸۳۵	۱۸۲٫۵۶	۰٫۱۵۷۵	۲٫۵۲۳	۱۹۳٫۱	۴۷۵٫۷	۶۶۸٫۸
۱۹۵	۱۴٫۳۰۰	۲۰۳٫۴	۰٫۱۴۲۳	۲٫۲۷۹	۱۹۸٫۳	۴۷۱٫۷	۶۷۰٫۰
۲۰۰	۱۵٫۸۹	۲۲۶٫۰	۰٫۱۲۸۸	۲٫۰۶۳	۲۰۳٫۶	۴۶۷٫۵	۶۷۱٫۱
۲۰۵	۱۷٫۶۱	۲۵۰٫۵	۰٫۱۱۷۰	۱٫۸۷۴	۲۰۸٫۹	۴۶۳٫۳	۶۷۲٫۲
۲۱۰	۱۹٫۴۹	۲۷۷٫۲	۰٫۱۰۶۳	۱٫۷۰۳	۲۱۴٫۱	۴۵۹٫۱	۶۷۳٫۲
۲۱۵	۲۱٫۵۷	۳۰۶٫۸	۰٫۰۹۶۵	۱٫۵۴۶	۲۱۹٫۴	۴۵۴٫۷	۶۷۴٫۱

حرارت (بی-اے)

اشاریہ

تمت

جوابات

(حرارت ۔ بی ۔ اے)

پہلی فصل

صفحہ ۱۷

۴ (ا) ۴۸۲°ف؛ (ب) ۲۱°ف؛ (ج) -۴۵۹٫۴°ف

۵۔ (ا) ۱۰۸٫۳°م؛ (ب) -۲۲٫۲۲°م؛ (ج) -۱۱٫۱۵°م۔

۶۔ -۴۰°م = -۴۰°ف ۹۔ -۵۲٫۰°ف ۱۲۔ -۶٫۱°ف

۱۷۔ سی تپش پیما کا مطالعہ ۳۴٫۴۴° یا فارنہیٹ تپش پیما کا مطالعہ ۱۱۳° ہوگا۔

دوسری فصل صفحہ ۳۳

۲۔ ۱٫۹۶۳ انچ ۳۔ $۱٫۵۲ \times ۱۰^{-۶}$ ۴۔ ۰٫۰۰۱۳۹۷ انچ

۵۔ ۱۸۸٫۹۱ سمر ۶۔ ۱۲٫۰۰۹۹ مربع فٹ۔

۸۔ اصلی طول ۲۰۰۰ فٹ؛ مطالعہ شدہ طول ۲۰۰۰٫۱۱۹ فٹ؛ غلطی +۰٫۱۱۹ فٹ

۹۔ ۴٫۰۸۷ سمر

۱۱۔ ۴۲۰۵۷ پونڈ وزنی (یہ غالباً حدِ لچک سے زیادہ ہے۔ ملاحظہ ہو صفحہ ۲۵۵)۔

۱۲۔ ۴۱۹۸۰ پونڈ وزن (جواب ۱۱ کا نوٹ ملاحظہ ہو)۔

۱۳۔ ۰٫۳۳۰۵ مکعب انچ

تیسری فصل صفحہ ۴۸

۱۔ ۸٫۴۰۳ گرام فی مکعب سمر ۲۔ ۰٫۰۰۰۰۹۳۶ ۳۔ ۸٫۷۸ گرام فی مکعب سمر

۴۔ ۰۰۲۱۱۸ء۰ مکعب سمر ۵۔ ۰۰۰۰۰۰۶۶۷ء۰ ۷۔ ۷۶۶۰۶۲ء سمر
۸۔ ۲۶۲۴ء۲ مکعب سمر ۹۔ ۰۰۰۰۰۶ء۰ ۱۰۔ ۰۰۰۰۴۸۹ء۰
۱۳۔ ۳۸۹۶۰۰ مکعب فٹ، ۳۹۶۰۰ مکعب فٹ ۱۵۔ ۱۸۰۲ء۱۸ سمر

چوتھی فصل صفحہ ۶۴

۱۔ ۲۵۴۵ پونڈ درجہ فارنہیٹ اکائیاں، ۶۴۱۳۹۰ حرارے
۲۔ ۲۳۲۲۴ء۲ پونڈ درجہ مئی اکائیاں، ۱۹۶۰۶۰ حرارے
۳۔ ۵۰۴ء۱ پونڈ درجہ مئی اکائیاں، ۰۳۷۶ء۰ پونڈ
۴۔ ۱۷۵۲۰۰۰ پونڈ درجہ مئی اکائیاں
۵۔ ۴۱ء۴° م ۶۔ ۰۹۹۱ء۰ ۷۔ ۳۹۰۷ء° م
۸۔ ۰۴۹۳۳ء ۹۔ ۰۶ء۰ تقریباً ۱۲۔ ۳۰۵۵ء° م
۱۳۔ ۹۳۶ : ۸۳۷ ۱۴۔ ۱۰۶ء۰

پانچویں فصل صفحہ ۸۷

۱۔ ۱۹۸۰۰۰۰ فٹ پونڈ، ۱۴۱۴ پونڈ درجہ مئی، ۲۵۴۵ پونڈ درجہ فارنہیٹ، ۶۴۱۴۰۰ حرارے۔
۳۔ ۶۰۶ء منٹ ۴۔ ۴۸۷ء۴ پونڈ درجہ مئی ۸۔ ۴۶ء۴ فیصد
۱۱۔ فی پینی حرارت 'پونڈ درجہ مئی اکائیوں میں' کوئلہ ۶۷۸۸۰، پٹرول ۳۲۸۵، روشنی کی گیس ۸۳۳۳۔
۱۳۔ ۱۹۳۲۰ پونڈ درجہ مئی ۱۶۔ ۴۱۵ء۱۰ × ۱۰^۶ ارگ
۱۷۔ ۶۷۲۸ پونڈ درجہ مئی فی پونڈ ۱۸۔ ۱۰۹۲۰ پونڈ درجہ مئی فی پونڈ

چھٹی فصل صفحہ ۱۰۹

۷۔ ۴۰۳۲ء۲ × ۱۰^۶ حرارے فی گھنٹہ ۸۔ ۲۶۲ء۱۲ حرارے فی گھنٹہ
۹۔ ۹۲ء۱۰۴° م ۱۳۔ ۴۱۱۵۰۰ حرارے فی گھنٹہ

۱۶۔ ملحق سطحات کی تپش ۷۲°م، ۶٫۶۶۷، ۱۵٫۲۴

ساتویں فصل صفحہ ۱۲۶

۱۵۔ ۰٫۷۲۶۴

آٹھویں فصل صفحہ ۱۳۲

۲۔ ۱۰۱۱ گرام وزن فی مربع سمر ۳۔ ۱۷۶۴ پونڈ وزن فی مربع انچ

۶۔ ۷۶٫۰۲۵ سمر، ۱٫۰۰۰۳۵ ۷۔ ۲۹٫۳۹ انچ سیماب

۱۰۔ ۷۵، ۵۰، ۷۳٫۵، ۳۰، ۲۵ پونڈ وزن فی مربع انچ

۱۳۔ ۲۴٫۸۷ میٹر ۱۵۔ ۲۳٫۴ مکعب سمر ۱۶۔ ۵۸٫۲ سمر

نویں فصل صفحہ ۱۴۵

۱۔ ۲۶۶٫۳° مئی مطلق ۲۔ ۴۴۱٫۸ مکعب فٹ ۳۔ ۵۳۰٫۶°م

۶۔ ۹۶٫۰۸، ۱۳۸۷ ۷۔ $۲٫۸۷ \times ۱۰^{۹}$ ۸۔ ۹۳۷٫۸°م

۹۔ ۴۷٫۱۲ لیتر ۱۱۔ ۱۲۲٫۳°م ۱۲۔ $۳۱٫۳۵ \times ۱۰^{۶}$

۱۳۔ ۳٫۵۱۲ گرام ۱۴۔ ۵۷۸٫۳ پونڈ وزن ۱۶۔ ۰٫۰۰۱۲۸ گرام فی مکعب سمر

۱۷۔ ۶٫۹۳ ٹن وزن ۱۸۔ ۳۰۸٫۶ سمر سیاب ۱۹۔ ۹۸٫۱°م

دسویں فصل صفحہ ۱۸۳

۷۔ (ا) ۲۱۱۷ فٹ پونڈ، (ب) ۲۶۴۶۰ فٹ پونڈ

۸۔ ۱۰٫۷۵ مربع سمر، ۵۳۷۶ سمر کلوگرام

۹۔ ۳۳۲۱۰ پونڈ درجہ مئی ۱۰۔ ۹۶۱۷ پونڈ درجہ مئی

۱۱۔ $۱٫۶۹ \times ۱۰^{۶}$ حرارے

۱۲۔ $۴۱٫۶ \times ۱۰^{۶}$ ارگ

۱۳۔ ۲٫۴۱۸، ۱٫۴۰۷

گیارہویں فصل صفحہ ۲۰۵

۴- (ا) ۲۲،۵ (ب) ۱۲،۹۱ (ج) ۱۶،۰۵ پونڈ وزن فی مربع انچ
۵- ۹۳،۵- °م ۷- ۵۰۰ مکعب انچ ۸- ۱۰۰ مکعب فٹ
۹- ۵۵ سمر سیماب ۱۰- ۲۶۰ مکعب انچ
۱۴- ۱۵،۴۷ پونڈ وزن فی مربع انچ، ۸ ۱۵- ۰،۰۰۲۰۳ °م
۱۶- ۰،۶۵ انچ

بارہویں فصل صفحہ ۲۲۵

۶- تقریباً ۲°م ۷- ۲۱۹۵۰۰ پونڈ درجہ مئی
۱۰- ۳،۰۷ × ۱۰ فٹ پونڈ، ۱۵۵ اسپی طاقت ۱۱- درست، ۳۹،۰ °م
۱۲- ۲۵۶۶ حرارے ۱۵- ۱۳،۸۱ حرارے
۱۸- ۱،۲۵ پونڈ درجہ مئی، ۲،۰۳ مکعب فٹ
۲۰- ۳۵،۴۵ سمر سیماب ۲۴- (ا) ۰،۰۸۳ (ب) ۰،۰۹۸
۲۵- ۰،۱۵ ۲۶- ۰،۰۷۵۳

تیرہویں فصل صفحہ ۲۴۵

۱- ۸۵،۴۳ سمر سیماب
۲- آبی بخار کا دباؤ ۰،۸ ۱ پونڈ وزن فی مربع انچ
۳- ۲۲۶ مکعب سمر ۴- ۳۲،۵ ۶- ۲۲،۵
۹- ۳،۶۴۶ پونڈ درجہ مئی ۱۰- ۱۷،۹ پونڈ وزن
۱۱- ۵،۵۴ مکعب سمر ۱۳- ۲۹،۹ گرام ۱۶- ۶۵،۵ سمر
۱۸- ۱،۶۸ °م ۱۹- ۰،۲۰۹

چودہویں فصل صفحہ ۲۴۹

۳- ۱۸،۷ ، ۱۹،۲۲ منٹ ۴- ۱۰،۰۵ °م، ۰،۵۹۷

۵- ۰٫۶۰۳   ۷- ۲٫۴۸۲ فی صد؛ ۸٫۶م

۹- ۴٫۹م   ۱۱- ۸٫۹۲۳ گرام؛ ۰٫۵

پندرہویں فصل صفحہ ۲۷۳

۱- ۱۵٫۴۵ حرارے؛ ۸٫۳۴۵۴ حرارے   ۱۴- ۸٫۹۳ پونڈ درجہ سئی

۱۵- ۰٫۰۰۰۷۷۶ گرام مکعب سمر؛ ۷٫۷۶/۸۷۲

سولہویں فصل صفحہ ۲۷۶

۱- ۲۰٫۲۸ فی صد   ۶- ۲۲٫۰۷ فی صد؛ ۱۵۴۵۰۰۰۰ فٹ پونڈ

سترہویں فصل صفحہ ۲۸۷

۳- ۷٫۳۳ فی صد   ۴- ۱۰٫۲۳ فی صد

۷- ۱۵٫۹ فی صد؛ ۲۱٫۷ فی صد   ۱۲- ۴۷۳ اسپی طاقت

۱۳- ۸٫۴۴ بریک اسپی طاقت؛ ۵٫۱۷ مظہرہ اسپی طاقت؛ ۰٫۹۱ اسپی طاقت

۱۶- ۸٫۷۲م فی سمر؛ ۰٫۲۶۸

اٹھارہویں فصل صفحہ ۳۱۳

۳- ۶٫۶۴   ۴- ۵٫۳۹   ۵- ۲۱٫۳ فی صد

۱۱- ۱۴٫۸۲ فی صد   ۱۲- ۱۶۹٫۵   ۱۳- ۱۲۳ ٹن

فہرست اصطلاحات

حرارت (بی۔ اے)

اُردو	انگریزی
A	
مطلق پھیلاؤ	Absolute expansion
جاذب	Absorber
انجذابی طاقتیں	Absorbing powers
حرناگزار پھیلاؤ	Adiabatic expansion
ضابط کھلمندن	Adjustable valve
ہوائی پیراہن	Air jacket
الکوہلی تپش پیما	Alcohol thermometer
زاویۂ وقوع	Angle of incidence
زاویۂ انعکاس	Angle of reflection
بے قاعدہ پھیلاؤ	Anomalous expansion
ظاہری پھیلاؤ	Apparent expansion
مصنوعی ذرائع	Artificial means
صعودی رویں	Ascending currents
ناحرگزار	Athermanous
کرۂ ہوائی کی گردش	Atmospheric circulation
خودکار کواڑی	Automatic valve
B	
رجعی دباؤ	Back pressure
میزانی چکر	Balance wheel
پٹی	Band
برہنہ سلاخ	Bare bar
جھنتر	Bath
چولیں۔ سہارے	Bearings
خمیدہ نلی	Bent tube
بطومنی کوئلہ	Bituminous coal
کندہ	Block
لٹکن	Bob
دلدل۔ دحل	Bog
جوشدان۔ جوشارہ	Boiler
نقطۂ جوش	Boiling point

انگریزی	اُردو
Bombardment	تصادم
Bomb calorimeter	بم حرارہ پیما
Boring tool	برما
Brake	بریک
British thermal unit	برطانوی حرارتی اکائی
Bulb	جوفہ

C

انگریزی	اُردو
Calorie	حرارہ
Calorimeter	حرارہ پیما
Calorimetric measurements	حرارتی پیمائشیں
Calorimetry	حرارت پیمائی
Capacity for heat	قابلیتِ حرارت
Cast iron	ڈھلا لوہا
Centigrade thermometer	مئی تپش پیما
Chronometer	وقت پیما
Circuit	دَور
Circulating pipes	دَورانی نلکیاں
Circulation	گردش - دَوران
Clinical thermometer	طبی تپش پیما
Coefficient	شرح
Coil	لچھا - چکر
Coke	کوک
Combustion	احتراق
Compensated pendulum	متلافی رقاص
Conduction and convection	ایصال و حمل
Conductivity	مُوصلیت
Conical hood	مخروطی ٹوپی
Constituents	اجزا
Convection currents	حملی رَوئیں
Convection of heat	حملِ حرارت
Conversion of temperatures	تپشوں کی تحویل
Cooling curve	ترسیم تبرید
Corrected temperature	مصحح تپش
Correction graph	ترسیم مصحح
Corrections	تصحیحات
Corrugated	نابدار
Crank shaft	کرینک دُھری
Crosshead	صلیبی سرا
Crucible	کٹھالی
Crude	کچا - خام
Cubical expansion	مکعب پھیلاؤ - کعبی پھیلاؤ

D

انگریزی	اُردو
Deflection	انصراف
Degree centigrade	درجۂ مئی
Diathermancy	حرگزاری
Diathermanous	حرگزار
Disc	قُرص
Drum	ڈھول - اُسطوانہ
Dull red heat	مدھم سُرخ حرارت

E

انگریزی	اُردو
Elastic fluid	لچکدار سیال
Electric generator	برقی مکوّن
Electric lamp	برقی لمپ
Electromotor	برقی موٹر
Emissivity	اخراجیت
Energy	توانائی
Envelope	غلاف
Equatorial regions	استوائی طبقات یا مقامات
Equivalent	مُعادِل
Escapements	گُریزات
Ether thermoscope	ایتھری تپش نما
Exchanges	تبادلات
Exhaust valve	تخریجی کھُلمندن
Expansion	پھیلاؤ
Explosion	دھماکا

F

انگریزی	اُردو
Fall (of temperature)	تنزل
Felt	نمدہ
Film	جھلی
Final temperature	آخری تپش
Fixed points	نقاطِ ثابت
Flint	چقماق
Flue	دودکش - دُودراہ
Fluid pressure	سیالی دباؤ
Fly wheel	اُڑن پہیہ
Focus	ماسکہ
Freezing point	نقطۂ انجماد
Freezing point error	نقطۂ انجماد کی خطاء
Frying pan	کڑچھا
Fuel	ایندھن

G

انگریزی	اُردو
Galvanometer	مقناطیسی برق پیما - برقی رَوپیما
Gaseous fuel	گیسی ایندھن
Gas film	گیس کی تہہ
Gas meter	گیس پیما
Generator	مکوّن

انگریزی	اردو
Governer	حاکم
Gradient	ڈھال
Graduated scale	درجہ دار پیمانہ
Graduation	درجہ بندی
Graduation errors	درجہ بندی کی خطائیں
Green house	پودگھر
Gridiron pendulum	جالیدار رقاص
Gun metal	توپ دھات

H

انگریزی	اردو
Heat capacity	گنجائش حرارت
Heat equivalent	معادلِ حرارت
Heater	مسخن
Heat flow	حرارت کی روانی / حرارت کا بہاؤ
Heating value	حرارتی قیمت
Heat insulator	حرارتی حاجز / حاجزِ حرارت
Heat pump	حرارتی پمپ
Heat transmission	انتقالِ حرارت
Horse-power	اسپی طاقت
Hydraulic brake	ماقوائی بریک
Hypsometer	بلندی پیما

I

انگریزی	اردو
Ignition	احتراق
Incandescent	تاباں - دہکتا ہوا
Incident ray	شعاعِ واقع
Indexes	نمائندے
Indicated-horse-power	مظہرہ اسپی طاقت
Indicator	مظہار
Initial temperature	ابتدائی تپش
Insulated bar	محجوز سلاخ
Insulator	حاجز
Isothermal expansion	ہم تپش پھیلاؤ

J

انگریزی	اردو
Jacket	پیراہن
Jet	ٹونٹی

L

انگریزی	اردو
Lamp-black	کاجل
Land breeze	نسیمِ بری - بری ہوا
Latent heat	حرارتِ مخفی
Lavatory	غسلخانہ
Law of cooling	کلیۂ تبرید
Lighting gas	تنویری گیس
Linear expansion	طولی پھیلاؤ
Liquid fuel	مائع ایندھن
Loop	حلقہ

انگریزی	اردو
Luminosity	تنویر
M	
Major calorie	حرارہ کبیر
Maximum and Minimum thermometer	اعظم اور اقل تپش پیما
Mechanical energy	حیلی توانائی
Mechanical equivalent	حیلی مُعادِل
Mercurial thermometer	سیمابی تپش پیما
Mica	ابرک
Micrometer	خُردہ پیما
Mineralisation	معدنیت
Monsoons	موسمی ہوائیں
Multiple-expansion engines	ضعفی پھیلاؤ والے انجن
N	
Natural gas	قدرتی گیس
Natural sources	قدرتی ذرائع
Natural stores	قدرتی مخازن یا ذخائر
Nature of haet	نوعیت حرارت
Non-conducting material	غیر موصل شئے
Normal temperature	طبعی تپش

انگریزی	اردو
O	
Observed temperature	ملحوظہ تپش۔ مرصودہ تپش
Opaque	غیر شفاف
P	
Paddle axle	ڈانڈ کا محور
Paper bag	کاغذی کیسہ
Parabolic mirror	مکافی آئینہ
Pendulum	رقّاص
Permanent gas	مستقل گیس
Pile	انبار
Polished surface	مجلی سطح۔ مجلا سطح
Pull	کھینچ
Pyrometer	آتش پیما
R	
Radiant heat	اشعاعی حرارت
Radiating power	اشعاعی استعداد
Radiation	اشعاع
Radiation incident	واقع اشعاع
Radiation transmitted	منتقلہ اشعاع
Radiator	اشعاع انگیز
Range of temperature	سلسلہ تپش
Readings	مطالعات۔ مقروات

انگریزی	اردو
Reflection	انعکاس
Reflector	عاکس سطح
Refraction	انعطاف
Reversible engine	انقلاب پذیر انجن
Revolving crank	گردشی کرینک
Rock salt	کوہستانی نمک
Roller	بیلن

S

انگریزی	اردو
Scale	پپڑی ۔ چھلکا ۔ قشر
Screen	پردہ
Sea-breeze	نسیم بحری ۔ بحری ہوا
Sensitive	حسّاس
Sensitive thermometer	حسّاس تپش پیما
Shaft	دھری ۔ دُھرا
Sleeve	آستین
Solder	ٹانکا
Solid fuel	ٹھوس ایندھن
Source of heat	مبدائے حرارت منبعِ حرارت
Specific heat	نوعی حرارت حرارتِ نوعی
Spherical glass	مدوّر شیشہ
Spindle	تکلہ
Spoke (of a wheel)	(پہیے کا) آرہ
Spring	کمانی
Standrad thermometer	معیاری تپش پیما
Steam boiler	بھاپی جوشدان یا جوشارہ
Steam jacket	بھاپ کا پیراہن
Steam turbine	بھاپی ٹربائین
Stem	تنہ
Stirrer	ہلانی
Stopper	ڈاٹ
Stopvalve	روک کھلنڈن
Storage	ذخیرہ
Strain	فساد
Stress	زور
Stroke	ضرب
Superficial expansion	سطحی پھیلاؤ
Superheated steam	بیش گرم بھاپ
Surface condenser	سطحی مکثّف

T

انگریزی	اردو
Temperature	تپش
Temperature gradient	تپش کا ڈھال
Theory of exchanges	نظریۂ تبادلات
Thermal conductivity	حرارتی موصلیت
Thermal efficiency	حرارتی استعداد

انگریزی	اردو
Thermal equilibrium	حرارتی توازن
Thermal radiation	حرارتی اشعاع
Thermol couple	حربرقی جفت
Thermodynamanice	حرحرکیات
Thermometer	تپش پیما
Thermometry	تپش پیمائی
Thermopile	حربرقی انبار
Thermoscope	تپش نما
Thermos-fiask	تھرماس صراحی
Thread of mercury	سیمابی ڈورا
Throttle valve	خناقی کھلمندن
Total eclipse	کسوفِ کامل
Tradewind	تجارتی ہوا
Transference of heat	انتقالِ حرارت
Transmission	انتقال
Transmission of heat	انتقالِ حرارت
Transmitting power	انتقالی استعداد استعدادِ انتقال
Trough	طشت
Types of thermometer	اقسامِ تپش پیما
U	
Uniform	یکساں۔یکنات
Unit of heat	حرارت کی اکائی
V	
Valve	کواڑی کھلمندن
Vaporisation	تبخیر
Vapour pressure	بخار کا دباؤ
Vibration	ارتعاش
Volatile constituents	طیران پذیر اجزاء
W	
Water equivalent	آبِ مساوی
Wave length	موجی طول
Waves	موجیں
Weight thermometer	ثقلی تپش پیما
White heat	سفید حرارت
Wind mill	ہوائی چکی۔پون چکی
Wrought iron	پٹواں لوہا

اغلاط نامہ

حرارت (بی-اے)

جے ڈنکن اور ایس جی - سٹارلنگ

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۲	شکل میں	۹۰	۱۱۰	۳۱	۲،۴،۵،۶،۷،۹،۱۰،۱۳،۱۴	پٹنڑی	پٹڑی
۳	۴	بس	پس	۳۱	۱۲	پٹنڑیاں	پٹڑیاں
۶	شکل میں	[illegible]	[illegible]	۳۵	۸	خاکا	خاکہ
۷	شکل کے نیچے	پماؤں	پیماؤں	۴۹	۲۲	جوز	جوفہ
۱۲	۶	کی گئی	کیا گیا	۵۱	۱۳	پشش	تپش
۱۷	۱۰	لیگا	ملیگا	۵۵	۹	۹-۱ء۰	۱ء۰۹
۱۸	۲۵	نئے	لیے	〃	فٹ نوٹ سطر ۱	طبعی	طبیعی
۲۱	۶	پیمانہ ر	پیمانہ پر	〃	سطر ۲	کے	کیئی
۲۲	فٹ نوٹ	کے	کیئی	۵۶	۶	حرار پیا	حرارہ پیما
۲۶	۵	لگی ہوتی	لگا ہوتا	〃	۱۳	کے	کا
〃	۲۴	حمر	ممر	〃	۲۵	اونڈھیل	اُنڈیل
۲۸	۸	سکن	لٹکن	۵۸	۱۸	ت)	تم)
〃	۹	او	اور	۶۰	۲	ہیں	ہے
۳۰	۳	جاٹگی	جائیگی	۶۱	۱۹	تقریبا	تقریباً
۳۱	۲ و ۱۱	پٹنڑیوں	پٹڑیوں	۶۳	۴	کھینچا تھا	کھینچی تھی

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۶۵	۱۲	مانع	مایع	۱۱۴	۲	جاتی	جاتا
۷۰	فٹ نوٹ	Revnolds	Reynolds's	〃	۱۰	جڑھ	چڑھ
۷۱	۴	ماقوالی	ماقوائی	〃	شکل میں	ا۲	ا۳
۷۳	۲	چھوئی	چھوٹی	〃	〃	ب۹	ب۱
〃	۳	رقی موٹر	برقی موٹر	۱۱۵	۳	ب۲	ب۲
〃	۱۱	کمانی وار	کمانیدار	۱۱۷	۶	کی دونیں	کے دونل
〃	شکل میں	ھ	و	۱۱۹	۱۱	مدحولہ	مدخولہ
۷۴	۸	کھنچ	کھینچ	۱۲۱	۱	بروپیا	روپیا
〃	۲۲	ب	آب	۱۲۴	۱۱	ط/ط	ط/ط
۷۸	۲	فرق	فرک	〃	۱۷	متصل	متصل
〃	۶	ھ	و	۱۲۹	۲۳	نوکیلی	نکیلی
۷۹	۳	سنٹرل	سنٹرل	۱۴۰	۱	۱۰۰ ب	۱۰۰ ب۱
۸۳	شکل میں	تین جگہ س	س	۱۴۳	۱۶	ثبوت	ثبوت
۸۵	〃	س	ک	۱۴۶	شکل میں	ح	ح۲
〃	۱۹	ـــ	یہ	۱۴۹	〃	ھ	و
〃	۲۰	محتلف	مختلف	۱۵۶	۷	ب	ب
۹۲	۹	کیسی	کیسے	۱۶۳	۷	ب	ب
۹۹، ۱۰۳، ۲۲۹	۱۳، ۸، ۱۵، ۲۰	تنزل	تنزل	〃	۱۴	د	و
۹۹	۲۲	اِن	ان	〃	۱۵	م	دم
۱۰۲	۳	دے	دسے	۱۶۵	۱۹	طبعیات	طبیعیات
۱۰۸	۲۲	زمن	زمین	۱۷۰	۸	کیت	کمیت
۱۱۰	۷	تانبے	تانبے	〃	۲۴	۰ھ	۰ھ
۱۱۳	۲۳	کروی گئی	کر دیا گیا	۱۷۹	۲۱	م	م۱

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۱۸۲	۱۷	ت	تا	۲۱۸	۱۳	حجم	حجم
۱۸۳	۱۷	بتاؤ	بتاؤ	۲۲۳	۵	قُریب	قُرب
۱۸۵	۵	بتائو	بتاؤ	۲۲۴	۱۶	ہے=اسی	ہے۔ اسی
"	۹	زائد خیال	ربط خیال	"	۱۷	تپش	تپش
۱۸۶	۱۱	حمل	عمل	۲۲۶	۱۸	کے	کی
۱۸۹	شکل میں	ح	ح	۲۲۷	۲۵	آر	آلہ
۱۹۳	۱۴	و	د	۲۳۳	۱۶	و	و
"	۲۱	ح	ح	۲۳۵	۳	و	و
۱۹۴	۲۴	بھر جاتا	بھر جاتا	۲۳۶	۴	چٹکلی	چٹکلی
"	۲۵	ہے۔	ہے	۲۳۷	۲۲	پر	پر
۱۹۵	شکل کے نیچے	۸۷	۸۷	۲۴۱	۱۵	ہوتے	ہونے
۲۰۰	۱۱	ہے)۔	ہے)۔	۲۴۲	۳	ملینر	مینر
۲۰۲	۱۲	ح	ح	۲۴۶	۱۱	ملیٹر	میٹر
۲۰۳	شکل میں	و، ک، ف، ط، س، ص۔ ناصاف ہیں		۲۴۷	۷	کے	کی
"	۱۲	دباؤ د	دباؤ د	۲۴۸	۲	ہوجاتے	ہوجائے
"	۲۲	سگ	سح	"	۸	حررت	حرارت
۲۰۴	۱۴	ملکی	نلکی	"	"	کے	کی
"	۲۴	طائر	طائر	۲۴۹	۱۹	زاوہ	زیادہ
۲۰۵	شکل میں	د ث ب صاف نہیں ہیں		"	۲۰	توپش	تونپش
۲۰۸	۹	وقت	دقت	۲۵۲	۱۹	م	د
"	۱۵	پیرافینی	پیرافینی	۲۵۵	[illegible]	جوفہ	جوفہ
۲۱۲	۱۷	کمیت	کمیت	"	۱۴	دیا جاتا	دی جاتی
۲۱۵	"	سوار خدار	سوار خدار	۲۵۷	۲۴	(کسم.کسم)	(ک۲کسم)

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۲۶۱	۱	ھ)	ھ)	۲۸۹	۳	نلیوں	نلوں
"	۱۰	اوز	اور	۲۹۴	۱۷	کھنیچ	کھینچ
۲۶۵	۱۷	انڈائیوز	انڈارئیونز	"	۱۹	سے	لیے
"	۱۵	۵۵،۳	۵۵،۴	"	۲۰	ہوں۔	ہو۔
"	فٹ نوٹ	کے لیے کے	کے لیے گئے	۲۹۷	۲۰	میں	ہیں
۲۶۶	۹	SO_2	SO_2	۳۰۳	۱۲	قونیں	قوتیں
۲۶۷	پیشانی	پندرہویں	پندرہویں	۳۰۹	۲	انٹوں	اینٹوں
"	۱۵	لنڈے	لنڈے	"	"	ووڈکش	دودکش
۲۶۹	۱۶	سردکنا	سرد کرنا	۳۱۱	۴	مقاوبر	مقادیر
۲۷۰	شکل میں	،	.	"	۵	۳۳ء	۳۳۱ء
"	۱۴	ممبرد	مبرد	"	۲۱	تضنیع	تضییع
۲۷۲	۱۱	مذکورہ	مذکورۂ	۳۱۴	شکل میں	ں	ل
"	۱۲	مخفی مائع	مخفی، مائع	۳۱۶	۲	تحریکی	تخریجی
۲۷۴	۲۴	عالت	حالت	۳۲۱	پیشانی	ٹھارہویں	اٹھارہویں
۲۸۰	۱۲	تناتساوی	تونا تساوی	"	۱۲	سے	کے
"	۲۱	نیتحہ	نتیجہ	"	۲۳	۳۷،	۴۵،
"	۲۲	استعدلو	استعداد	۳۲۲	۲	ابجن	انجن
۲۸۱	شکل میں	د	و	۳۲۳	۲	ا	ا
۲۸۷	۱۰	دھول	ڈھول	۳۲۴	۹	ص	ص
۲۸۸	شکل میں	جوشندان	جوشدان	"	۲۳	نکلی	نکلتی